



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Kristi Ojala

**SUUR-HAAVASIKU (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera:
Cerambycidae) KAHJUSTUSED JÄRVSELJA ÕKMK
HAAVIKUTES NING KAHJUSTUSE MÕJU PUUDE KASVULE JA
TERVISLIKULE SEISUNDILE**

THE LARGE POPLAR LONGHORN BEETLE (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera:
Cerambycidae) DAMAGE AND INFLUENCE ON TREES GROWTH AND HEALTH
IN THE ASPEN STANDS IN JÄRVSELJA TRAINING AND EXPERIMENTAL
FOREST CENTER

Magistritöö
Metsatööstuse õppekava

Juhendaja: dotsent Ivar Sibul, *PhD*

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Kristi Ojalo		Õppekava: Metsatööstus	
Pealkiri: Suur-haavasiku (<i>Saperda carcharias</i> L.) (Coleoptera: Cerambycidae) kahjustused Järvelja ÕKMK haavikutes ning kahjustuse mõju puude kasvule ja tervislikule seisundile			
Lehekülgi: 52	Jooniseid: 11	Tabeleid: 2	Lisasid: 0
Osakond:		Metsakasvatuse osakond	
Uurimisvaldkond:		Metsakaitse	
Juhendaja:		Ivar Sibul, <i>PhD</i>	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu 2017	
<p>Suur-haavasikk on Eesti ja lähisriikide haavikutes ja haava-segametsades väga sage ja ohtlik, kuid seni veel väheuuritud haavanoorendike kahjur, kes kahjustab peamiselt kuni 30-aasta vanuseid haabasid. Vastsete tegevus tüvepuidus puu tüükaosas kutsub esile puude ainevahetushäireid ning kahjustusega kaasneb sageli puu nakatumine tüvemädanikke põhjustavate seentega.</p> <p>Magistritöö peamine eesmärk oli hinnata Järvelja haavanoorendike sanitaarset seisundit ning määrata suur-haavasiku kahjustuse ulatus di- ja triploidsetes hariliku haava ning hübriidhaava puistutes. Väli- ja labortööd toimusid 2014. ja 2015. aastal.</p> <p>Töö tulemusena selgus, et keskmine sikukahjustuse protsent Järvelja ÕKMK haavanoorendikes oli 30%. Di- ja triploidsetes haavikutes kahjustuse erinevust ei tuvastatud. Suur-haavasiku kahjustuse aste ei sõltunud kasvukohatüübist ega puistus eelnevalt läbiviidud harvendusraiest. Samuti ei avaldanud suur-haavasiku kahjustus mõju puude viimase aasta juurdekasvule ega juurekaela paksenemisele. Ulukikahjustusega aladel oli sikukahjustuse protsent kõrgem, kui ulukikahjustuseta puistutes. Suur-haavasiku kahjustusega puude hulk kasvas puistu vanuse tõustes.</p>			
Märksõnad: <i>Saperda carcharias</i> , suur-haavasikk, di- ja triploidne harilik haab, hübriidhaab, puidukahjur, haavikute sanitaarne seisund			



Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Kristi Ojalo		Specialty: Forest Industry	
Title: The large poplar longhorn beetle (<i>Saperda carcharias</i> L.) (Coleoptera: Cerambycidae) damage and influence on trees growth and health in the aspen stands in the Järvselja Training and Experimental Forest Center			
Pages: 52	Figures: 11	Tables: 2	Appendixes: 0
Department:		Department of Silviculture	
Field of research:		Silviculture	
Supervisors:		Ivar Sibul, <i>PhD</i>	
Place and date:		Tartu 2017	
<p>The large poplar longhorn beetle is very common and dangerous insect pest in Estonia and in its close countries aspen stands, but as yet little studied young aspen stands pest. It damages mainly to 30-year-old aspens. Larval activity in stem arouses metabolic disturbances and damages often cause contagion to stem infection causing fungi.</p> <p>Main objective of this Master's thesis was to assess the sanitary condition of aspen stands in Järvselja Training and Experimental Forest Center and to determine the extent of large poplar longhorn damage in di- and triploid aspen and hybrid aspen stands. Outdoor and laboratory work took place in 2014 and 2015.</p> <p>The results showed that the average percentage of large poplar longhorn damage in Järvselja Training and Experimental Forest Center aspen stands was 30%. Damage difference in di- and triploid aspen stands was not detected. Large poplar longhorn damage was not dependent on the place of growth nor previously conducted thinnings in the stand. Also large poplar longhorn did not have affect on tree height growth and on diameter growth. The damage rate of large poplar longhorn was higher in areas with game damage. Also great poplar longhorn damage grew as the stand age increased.</p>			
Keywords: <i>Saperda carcharias</i> , large poplar longhorn beetle, di- and triploid aspen, hybrid aspen, wood-boring insects, aspens sanitary condition			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1. Perekond <i>Populus</i> L. süstemaatika	7
1.2.2. Hübriidhaab	9
1.3. Haavapuidu kasutamine	10
1.4. Haabade kahjustajad.....	11
1.5. Siklased (Cerambycidae)	15
1.5.1. Aasia sikk	18
1.5.2. Hiina sikk	21
1.5.3. Haavasikud (<i>Saperda</i> spp.)	22
1.5.3.1. Suur-haavasiku morfoloogia, bioloogia ja levik	23
2. MATERJAL JA METOODIKA	28
3. TULEMUSED JA ARUTELU	32
3.1. Kahjustuse ulatus katsealadel.....	32
3.2. Tüves olevate tõugukäikude arvu seos puu vanusega	32
3.3. Sikukahjustuse mõju puude viimase aasta juurdekasvule ning tüükaosa paksenemisele	34
3.4. Sikukahjustuse mõju sõltuvus kasvukohatüübist	35
3.5. Harvendusraie mõju uluki- ja sikukahjustusele	36
3.6. Putukkahjustuse seos puistu vanuse ja ulukikahjustusega	36
3.8. Tõugukäikudega mudelpuude analüüs	40
KOKKUVÕTE.....	42
KASUTATUD KIRJANDUS	44
SUMMARY	51

SISSEJUHATUS

Haavikud moodustavad Eesti puistute pindalast 5,7% ning tagavarast 7,6%. Paarikümne viimase aastaga on haavikute osatähtsus meie metsades kolmekordistunud. Võrreldes teiste puuliikidega on haavikud, sanglepikute kõrval, ka meie metsade kõige suurema keskmise hektaritagavaraga puistud (Aastaraamat... 2016). Järvelja Öppe- ja Katsemetskonnas (ÕKMK) kasvab haavaenamusega puistuid ligi 148 hektaril. Harilik haab (*Populus tremula* L.) on Põhja-Euroopa üks kiiremakasvulisemaid puuliike, mistõttu omab haab metsamajanduses suurt potentsiaali. Haavapuit on väärtuslik tooraine paberi- ja tselluloosi-, tuletiku-, vineeri-, puitlaastplaadi- ning mööblitööstuses. Haavapuitu kasutatakse üha rohkem energiapuiduna ning haavikutes nähakse potentsiaalset rolli süsiniku sidujana kogu ökosüsteemis. Haavikud on olulised ka bioloogilise mitmekesisuse säilitamise seisukohalt. Samas piirab haavapuidu kasutamist eelkõige haavikute halb sanitaarne seisund. Haavikuid kahjustavad mitmed seenpatogeenid ning putukkahjurid. Putukkahjuritest kahjustab haavikuid kõige enam suur-haavasikk (*Saperda carcharias* L.), kes vähendab oluliselt tüvepuidu kvaliteeti.

Suur-haavasikk on Eesti ja lähiriikide haavikutes ja haava-segametsades, samuti ka hübriidhaava- ja papliistandikes, sage ja ohtlik, kuid seni veel väheuuritud haavanoorendike kahjur, kes kahjustab peamiselt kuni 30-aasta vanuseid haabasid. Vastsete tegevus tüvepuidus puu tüükaosas kutsub esile puude ainevahetushäireid ning kahjustusega kaasneb sageli puu nakatumine tüvemädanikke põhjustavate seentega (*Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev and Borisov in Bondartzev). Jämedad tõugukäigud rikuvad puidu kvaliteeti ning kahjur nõrgestab ka puidu struktuuri, mistõttu võivad haavasiku poolt asustatud noored puud tuulega murduda. Samuti pidurdub kahjustatud puude juurdekasv. Suure tõenäosusega on mardikad ka tüvemädanikke põhjustavate seeneeoste siirutajad.

Magistritöö ülesandeks oli anda ülevaade suur-haavasiku bioloogiast ning hinnata Järvelja haavanoorendike sanitaarset seisundit ning määrata suur-haavasiku kahjustuse ulatus di- ja triploidsetes hariliku haava puistutes.

Uurimisaladena valiti Järveljal välja 13 haavapuistut, mis moodustasid pindalalt kokku 1/10 kõigist Järvelja ÕKMK haavaenamusega puistutest. Lisaks uuriti suur-haavasiku esinemist hübriidhaava kloonide geograafilisel katsealal Agalis. Uuritavad alad paiknesid angervaksa, jänese kapsa-mustika ja naadi kasvukohatüübis. Katsealade valikul arvestati nende geograafilist paiknemist, puude vanust, kasvukohatüüpi ning haava osakaalu eraldistel. Enamik välitöid teostati 2014. aasta hilissügisel ja 2015. a talvel.

Autor on siiralt tänulik oma juhendajale dotsent Ivar Sibulale heade nõuannete eest välitööde planeerimisel ja läbiviimisel, töö koostamisel ning teksti redigeerimisel. Samuti kuuluvad tänusõnad doktorant Silver Sisaskile, kes aitas välitöödel.

Magistritöö valmis Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna poolt rahastatud uurimisprojekti nr. T14135MIMK toel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Perekond *Populus* L. süstemaatika

Haavad kuuluvad pajuliste sugukonna (Salicaceae) perekonda *Populus* L. See põhjapoolkeral laialdaselt levinud kuni 40 liigiga perekond on jagatud kolmeks alamperekonaks (*Leuce* Duby, *Eupopulus* Dode, *Turanga* Bge.), mis omakorda jagunevad kuueks sektsiooniks (*Turanga* Bunge, *Populus*, *Aigeiros* Duby, *Tacamahaca* Spach., *Leucoides* Spach., *Abaso*) (Eckenwalder 1996). Sektsiooni *Populus* kuuluvad, lisaks harilikule haavale (*P. tremula* L.), ka Põhja-Ameerikas laialdaselt levinud ameerika haab (*P. tremuloides* Michx.) ja nende ristan – hübriidhaab (*P. tremula* × *P. tremuloides*; sün. *P. × wettsteinii* Hämet-Ahti) (Dickmann 2001, Dickmann jt 2001). Ka kuulub sellesse sektsiooni Põhja-Ameerika idaosas kasvav suurehambaline haab (*P. grandidentata* Michx.) ning Ida-Aasias kohatavad korea haab (*P. davidiana* Dode) ja hiina haab (hiina pappel) (*P. adenopoda* Max.), samuti Jaapani saartel leiduvad jaapani ehk Sieboldi haab (*P. sieboldii* Miq.) ja hokkaido haab (*P. jezoensis* Nakai) (Poplars and willows... 1980, 2014). Ka on siia sektsiooni paigutatud Loode-Aafrikas, Lõuna-Euroopas ja Kesk-Aasias kasvav hõbehaab (hõbepappel) (*P. alba* L.) ning temast veidi ida- ja põhjapoolsema levikuga hall haab (*P. × canescens* (Aiton) Sm.), mis on hõbehaava ja hariliku haava looduslik ristan.

1.2. Hariliku haava ja hübriidhaava dendroloogiline üldiseloostus

1.2.1. Harilik haab

Harilik haab on laialdase levikuga puuliik. Looduslik levila ulatub polaarjoonest Skandinaavias kuni Põhja-Aafrikani. Aasias leidub harilikku haaba Siberis, Väike-Aasias, Mongoolias, Hiinas, Kaug-Idas ja Jaapani põhjaosas (McCracken ja Pei 2005, Isebrands ja Richardson 2014). Haavikud on peamiselt sekundaarse tekkega puistud. Harilik haab on pioneerpuuliik põlendikel ning lageraielankidel, uuenedes seal

peamiselt juurevõsudega. Levila põhjaosas seltsib haab kaseliikidega ja kuusega, ka sanglepa, harvem, olenevalt kasvukohast tamme, pärna või harvem männiga, areaali lõunaosas aga pärna ning pöögiga (Wühlisch 2009, Isebrands ja Richardson 2014). Haavaenamusega puistud esinevad peamiselt Fennoskandias, Baltikumis, Venemaa lausksmaa okasmetsade lõunaosas ja segametsade vööndis, metsastepivööndis ja Lääne-Siberi lõunaosas. Puu on võimeline kasvama väga erinevates looduslikes tingimustes, samas on ta üsna valgusnõudlik, vähese varjutaluvuse tõttu surevad puistus alumised võrsed kiiresti ja tüvi laasub okstest hästi. Looduslikult kasvab peamiselt värsketel või niisketel viljakatel saviliiv- ja liivsavimuldadel. Eestis kasvavad haavad peamiselt naadi, jänese kapsa-mustika, sõnajala ning angervaksa metsak kasvukohatüübis (Lõhmus 2004).

Haavikud moodustavad Eesti puistute pindalast 5,7% ning tagavarast 7,6%. Kuivõrd haab kasvab valdavalt teiste puuliikide puistutes kaaspuuliigina, siis on tema tegelik osakaal Eesti metsades suurem. Enamik haavikuid asub Kiviõli–Häädemeeste joonest ida pool. Paarikümne viimase aastaga on haavikute osatähtsus meie metsades rohkem kui kolmekordistunud. Võrreldes teiste puuliikidega on haavikud, sanglepikute kõrval, ka meie metsade kõige suurema keskmise hektaritagavaraga puistud (Aastaraamat... 2016). Eesti haavikute keskmine hektaritagavara aastane jooksev juurdekasv on 6,5 tm ha⁻¹. Eluiga on harilikul haaval 120–150 aastat, sageli aga lühem. Keskmine raievanus on 40–50 aastat, sest edasises vanuses on südamemädanike levik tüves ulatuslik ning ka kõrgemas vanuses langeb tüve juurdekasv oluliselt. Noores eas on puu aastane kõrguskasv sageli üle 1 m. Haab võib kasvada kuni 40 m kõrguseks ning tüve läbimõõt võib ulatuda üle 1 m.

Kasvuvormilt on harilik haab sirge ühe tüvega puu. Võra on lai, munajas või ümarovaalne, mis moodustub tugevatest skelettokstest, millel võra alaosas on rohkesti kõverdunud lühivõrseid. Noore haava koor on sile ning värvus varieerub kahvatu hõbehallist roheliseni. Vana haava koorele tekivad lõhed ning selle värvus muutub tumehalliks (Tamm 2000, Wühlisch 2009). Haava pungad on läikivpruunid, piklikmunajad, vaigused, terava tipuga. Noored võrsed on paljad, läikivpruunid, ümmargused, värvuselt pruunikasrohelised kuni pruunid. Haava lehed on peaaegu ümmargused, ümarrombjad, jämedalt saagja või lainelise servag ning pealt

tumerohelised (Laas 1987, Tamm 2000, Thomas 2000, Stettler 2011). Juurevõsu lehed on suured ja kujult südajas-munajad. Vastpuhkenud lehtede värvus varieerub kollakaspunasest kuni rohekaspruunini, ühte klooni kuuluvate puude lehtede värv on ühesugune. Külmal kevadel on noored haavalehed pronksjaspunakad. Puude lehtimine sõltub nii kevadistest pluss temperatuuridest kui ka talvistest miinustemperatuuridest. Kui puude lehepungade talvisel sügavpuhkeperioodil ei ole temperatuur piisavalt madal, siis nende avanemine kevadel hilineb (Tamm 2000). Tavaliselt toimub lehepungade puhkemine mai II dekaadil. Haab on kahekojaline puuliik, isas- ja emaseksplaride suhe on umbes 2:1. Isasurvad on tumepurpursed, umbes 10 cm pikkused ja 1–2 cm läbimõõduga ning emasurvad kahvatu roosad 5–6 cm pikad (Tamm 1971, 2000). Haab õitseb enne lehtimist aprilli lõpus või mai algul ning seemned valmivad juunis. Värskest valminud haavaseeme idaneb hästi, kuid imepisikesed seemned annavad nõrku tõusmeid. Lopsaka rohttaimestiku korral ei jõua lendkarvakestega seemned maapinnani. Selle tõttu leidub haavaseemikuid põlendikel või mujal, kus teisi rohttaimi pole (Tamm 2000).

Ligi kümnest erinevast hariliku haava vormist on tuntum nn. triploidne haab (*P. tremula* f. *gigas* Nilsson-Ehle). Triploidsel harilikul haaval on kromosoomide arv somaatilistes rakkudes $3n=57$ ning tal on suuremad pungad ja lehed, kui diploidsel harilikul haaval (kromosoomide arv $2n=38$). Lisaks on triploidne vorm ka kiirema kasvu ja parema tervisliku seisundiga ehk vastupidavam tüvemädanike suhtes. Eestis on triploidset haaba leitud Pikknurme, Õisu, Tähtvere metskondades ning Järveljalt (Vares jt 2003).

1.2.2. Hübriidhaab

Hübriidhaab (*P. tremula* × *P. tremuloides*; sün. *P. × wettsteinii* Hämet-Ahti) tekib hariliku ja ameerika haava looduslikul ristumisel või ristamisel, kusjuures ei teha vahet, kumb lähteliik on olnud ema-, milline isapuuks. Võrreldes lähteliikidega on hübriidhaab kiirema kasvuga, paremate puidu omadustega ning ka haiguste ja kahjurite suhtes vastupidavam, mis on tingitud siirdeefektist ning heteroosist (Reisner 2001, Stender 2002). Morfoloogiliselt ja bioloogiliselt on hübriidhaab sarnane oma lähteliikidega, kuid esimeses põlvkonnas sarnaneb puu rohkem ameerika haavaga. Lehed on paljad, ümarad

või munajad, teravatipulised ning saagja servaga. Võrreldes hariliku haavaga on hübriidhaava tüvi sirgem, paremini laasuv ning koor on värvuselt heledam ja siledam (Dickmann jt 2001). Hübriidhaab on üks kiirekasvulisemaid puuliike Fennoskandias (Rytter ja Stener, 2005, Tullus jt 2012) ja Põhja-Ameerikas Suur järvistu ümbruses (Dickmann 2001, Dickmann jt 2001), mõningal määral on hübriidhaaba kultiveeritud ka Eestis (Vares jt 2003, Tullus jt 2004, 2005, 2007, 2012, Lutter jt 2016). Esimesed hübriidhaavaistandikud rajati Eestisse 1999.a. Aastatel 1999–2003 rajati Eestis 700 ha hübriidhaava istandikke (Vares jt 2003). Kõige suurem hübriidhaavikute omanik praegusel hetkel on OÜ Sõdra Metsad, kellele kuulub 650 hektarit haavikut. AS Toftan on teine Eestis suurim hübriidhaaviku kasvataja, kellele kuulub ligikaudu 50 hektarit hübriidhaavikuid (Sander-Sõrmus 2013). Viimasel paaril aastal on lisandunud umbes 200 hektarit ja prognoositavalt lisandub järgneval kolmel aastal Saaremaale ligi 300 hektarit hübriidhaava istandikke.

1.3. Haavapuidu kasutamine

Hariliku haava puit on kerge, pehme ja sirgekiuline, mida on väga kerge lõhestada ja töödelda. Kuivalt on puit tugev, kõva ning vastupidav (Laas 1987, Saarman ja Veibri 2006). Haava kasutusalaadeks on saematerjal, tuletikud ning tooraine paberi- ja tselluloositööstusele. Tuletikkude tootmisel kasutatakse haavapuitu vaikainete puudumise tõttu, ei anna põlemisel tahma, on hästi immutatav ja tehniliste omaduste poolest sobiv (Relve 2007). Kuna haava puitu on lihtne pleegitada, eelistatakse selle kasutamist paberitööstustes. Tselluloosi tööstustes kasutatakse haaba, kuna sisaldab vähem ligniini ja vaike, mille tulemusena võimaldab väiksemate keemiakuludega toota rohkem. Haaba kasutatakse ka vineeri ja saepuruplaatide tootmiseks (Saarman ja Veibri 2006). Küttepuuna haava puitu ei hinnata pehkinud südame tõttu (Viires 2000). Nõudlus puidu järele on pidevalt suurenenud, mille tulemusena peamiseks haavapuidu kasutusalaaks on kujunenud energiapuidu tootmine lühikese raieringi tõttu. Kodumaistest puuliikidest eeldatavalt on kõige sobivamaks haab, kuigi pajuenergiavõsade energeetiline produktsioon halli leppa oluliselt ületav. Pajuistandike rajamiseks vajalik maapinna ettevalmistus, umbrohtude keemiline tõrje, istandike väetamise vajadus ja seenhaiguste masspaljunemise riskid annavad hallile lepale eelise (Tullus 2011). Kuna

haavapuit ei anna lisamaitset, kasutatakse teda ka taarakastide ja elutarbeliste vahendite valmistamiseks. Farmaatsiatööstuses kasutatakse haava lehti ja pungasid suure glükoosisisalduse tõttu (Tamm 1971). Arvatakse, et lähitulevikus saab haavast kõige olulisem toormaterjal põhjamaades, kuna kliima soojenemise tõttu ei suuda teised lehtpuuliigid uute tingimustega kohaneda. Samuti on haava eelisteks, võrreldes teiste puuliikidega, kiire kasvutempo ning sobivus tselluloosi tootmiseks (Pakkanen jt 2014).

Haab omab ka olulist ökoloogilist väärtust. Haaval on asendamatu osa loodusliku metsakoosluse mitmekesisuse säilitamisel. Seentest kahjustatud ja seest õõnsad haavahiiglased on elupaigaks haruldastele lindudele, putukatele ja seentele. Lendorava (*Pteromys volans* L.) pesapaigaks on õõnsused haavatüves ning toiduks haava pungad ja võrsed. Samuti eelistavad rähnid oma pesapaigaks haavapuid (Tamm 2000, Saarman ja Veibri 2006).

1.4. Haabade kahjustajad

Perekonna *Populus* liikidel on teada ligi 100 seen- või bakterpatogeeni ning perekonna esindajaid kahjustab üle 700 putukaliigi (Poplars and willows... 1980, 2014).

Haabade eluspuidus parasiteerib viis, peamiselt ja ainuomaselt aga kaks liiki suurseeni: lausaliselt levinud haavataelik (*Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & Borisov in Bondartzev) ning hajusa levikuga haava-tuletaelik (*Ph. populicola* Niemelä) (Lõhmus jt 2005). Kuivõrd nii noorte kui vanade haabade vastupanuvõime erinevatele puidumädanikke tekitavatele patogeenidele on äärmiselt nõrk, siis on just haavataelik üks peamisi ja laiema levikuga seenpatogeene Eestis, mis põhjustab haava tüve südamemädanikku. Nii noortes kui vanades puistutes on kahjustatud puude arv kõrge. Seeneeosed, sattudes koorevigastusele või kinnikasvamata oksaasemetele, nakatavad puud, kust edasi tungib mädanik tüve keskossa. Hästi hooldatud puistutes ning parematel kasvukohtadel on haigus vähem levinud. Südamemädaniku arengus eristatakse kolme järku. Esimeses järgus jäävad puidu füüsikalise-mehaanilised omadused samaks, kuid puidu värvus muutub kahvatupruuniks või pruunikashalliks. Teises kahjustusjärgus on puidurakkude seinad muutunud õhemaks ja kohati lagunened, puit on värvuselt kollakaspruun, üksikute heledate laikudega. Viimases staadiumis eraldab tervet ja mädanevat osa paari millimeetri laiune must joon, mida ümbritseb

paarikümne millimeetri laiune rohekas või hallikas riba (Paju ja Tamm 1975, Tamm 1982, 2000, Johansson 2013).

Samas on nendel parasiitseentel ka väga oluline kaudne mõju: metsakasvataja murelapsed loovad elupaiku äärmiselt suurele osale kogu haavaga seotud elurikkusest. Nende surnud viljakehadest toituvad omakorda mitmed putuka- ja seeneliigid, neist silmatorkavam on kaitsealune torikseen haavanääts (*Junghuhnia pseudozilingiana* (Parmasto) Ryvarden) (Lõhmus jt 2005).

Haava juurte ja tüve tüükaosa mädanikku põhjustab ka külmaseen (*Armillaria* spp. (Fr.) Staude), mis on Euroopas juurepessu (*Heterobasidion* spp. Bref.) järel kõige olulisem juuremädanikku tekitav patogeen (Roll-Hansen 1985, Phillips ja Burdekin 1992, Hanso ja Hanso 1999). Viljakatel muldadel võib haava juuri asustada ja juuremädanikku tekitada ka harilik vaabik ehk jänesvaabik (*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.) (Kurkela 1994). Haabade koorepõletikku ja okste kuivamist põhjustab seen *Cryptodiaporthe populea* (Sacc.). Selle patogeenseene poolt nakatatud puud hakkavad silma mittetäielikult arenenud punakate lehtedega. Lehtede laiksust ja võrsete kuivamist põhjustab *Pollaccia radiosa* (Sib.) Balol. & Cif. Euroopas põhjustab kahjustusi harilikul haaval ja tema hübriididel *Venturia tremulae* var. *tremulae*. Mõnel aastal võivad kahjustused olla ulatuslikud ning selle tulemusena kuivavad peaaegu kõikide noorte haabade tipmised võrsed. Haava tüve ja okste vähki põhjustab seen *Hypoxylon mammatum* (Wahlenb.) Miller Cke. Kahjustuse tunnusteks on haavandid tüvel, punakad lehed võras ning lehtede varane varisemine suve lõpul. Eestis ei ole andmeid *Hypoxylon*-vähi esinemise kohta (Tamm 2000).

Kuigi harilik väävlik *Laetiporus sulphureus* (Bull.:Fr.) Murrill on enamjaolt tuntud tamme südamemädaniku tekitajana, võib teda kohata ka harilikul haaval. Puidu valgemädanikku tekitab aga kirju kõbjas (*Coriolus versicolor* (L.:Fr) Quél.). See patogeen esineb lehtpuude kändudel, lamatüvedel ja metsamaterjalil. Samuti võib teda leida ka viljapuudelt, mis kutsub neil kõigil esile tüve südamemädanikku (Smith jt 2009).

Haab on küll vaheperemeestaimeks männi-pigirooste tekitajale *Melampsora pinitorqua* Rostr., kuid haaba see parasiitseen oluliselt ei kahjusta. Roosteseen moodustab lehtedel kollakaspruunikaid või tumepruune padjakesi, mis seal talvituvad (Phillips ja Burdekin

1992). Seevastu noortel kuni 20–30-aastastel mändidel kahjustab see seenhaigus mahlakaid noorvõrseid kevadel, need kõverduvad, tugeva kahjustuse korral kuivavad. Haigus levib eriti vihmase kevade korral. Pigirooste saab areneda vaid siis, kui mänd ja haab kasvavad ligistikku. Haiguse vältimiseks raiutakse männinoorendikust haavad välja (Voolma ja Õunap 2000).

Haava surnud puidult, okstelt või teistelt puiduseentelt on Eestis leitud umbes 250 kandseeneliigi viljakehi. Kõigist puiduseoselistest torikseente, nahkiste ja teiste mittelehikseente liikidest on haavalt leitud vastavalt 68 ja 123 liiki, seejuures 7 liiki torikseeni ja 14 liiki nahkiseid ainult sealt. Nende osatähtsuste järgi võiks meil surnud haabadel kasvada kokku 500–600 liiki seeni (sh. kuni 200 liiki kottseeni), millest kümnendik on haavale ainuomased. Haruldustest kasvab ainult lamahaabade niiskel alapinnal põlismetsades suurepooriline korgik (*Antrodia mellita* Niemelä & Penttillä), kelle kollakasvalge liibuv viljakeha on meeldiva lõhna ja mee maitsega ning suurte (läbimõõt umbes millimeeter) nurgeliste pooridega (Lõhmus jt 2005).

Elusate haabade sisemusest on Eestis leitud üle 50 liigi mardikaid, 6 liiki liblikaid ja 3 liiki puiduvaablasi, kellel omakorda esineb mitmeid parasiite ja parasitoide (Lõhmus jt 2005). Neljast Eestis kindlaks tehtud haavaüraskiliigist (*Trypophleus* spp. Fairmaine) kolm (*T. bispinulus* Egg., *T. discedens* Palm ja *T. asperatus* (Gyll.)) elunevad kõik meil harilikul haaval. Harilik haavaürask *T. asperatus* rajab haudme haabade ladvaosasse ning eelistab tavaliselt siledakoorelist tüveosa ja oksti (Süda 1996, 1999). Asustuse laienedes ning puu elujõu kahanedes võib ta hõivata tüve kuni juurteni (Maavara jt 1961). Haavakoort asustab ka haavaüraja (*Xyleborus cryptographus* Ratzeburg) (Voolma jt 2000). Tüvepuidus end nuumavaist liblikaröövikuist on suurimad teisigi lehtpuid asustav pajumailane (*Cossus cossus* L.) ja haruldane, üksnes Ida- ja Vahe-Eesti haabadelt leitud haavamailane (*Lamellocossus terebra* Schiffermüller & Denis) (Lõhmus jt 2005). Vanade haabade tüve allosas läbib oma kahe- kuni nelja-aastase arengutsükli suure haavaklaastiiva (*Sesia apiformis* Clerck) röövik, kes enne nukkumist kaevandab nukukambri päris koore lähedale: seda jääb katma vaid õhuke libe, mida kooruval liblikal on lihtne eest ära lükata. Käsivarrejämeduste noorte haabade juurekaeltes kaevandavad aga suur-haavasiku (*Saperda carcharias* L.) vastsed, kes tiheasustuse korral võivad pärssida noore haavapuistu arengut. Tema lähisugulase väike-haavasiku (*S. populnea* L.) vastne uuristab käike ümarates pakskades haavaokstel

ja peentel tüvedel. Pahku tekitab ka vari-klaastiib (*Paranthrene tabaniformis* Rottemburg), kuid need pahad on ovaalsed või pirnja kujuga (Lõhmus jt 2005).

Teada on, et surnud puudes elab putukatest kõige rohkem mardikalisi. Vähemalt mõnes arengustaadiumis puitu vajavast ligi 900 Eesti mardikaliigist umbes 230 elavad surnud haabades. Hinnanguliselt on umbes 40% neist liikidest seotud puiduseentega. Kui enamik haavapuidumardikatest võib elupaigaks valida ka mõne teise puuliigi, siis kümmele on surnud haavapuu ainuvõimalik eluase (Lõhmus jt 2005).

Surevaid ja lamahaabu asustab täpik-haavasikk (*S. perforata* Pallas), keda on Eestis soovitatud kasutada nn. katusliigina surnud haabade elustikule (Süda ja Miländer 1998). Sarnaselt täpik-haavasikuga asustab surevaid või juba mahalangenud haavatüvesid, mõnikord ka pööki ja kaske, punakaspruunide jalgade ning silinderja kehaga haavakirisikk (*Xylotrechus rusticus* L.) (Süda ja Miländer 1998), kelle hallidel kattetiibadel on 2–3 kõverat heledamat ristivööti.

Väike punalamesklane (*Cucujus cinnaberinus* Scopoli) on valitud haaviku kui vääriselupaiga tunnusliigiks ja kuulub EL loodusdirektiivi II lisasse. See erkpunane lapik mardikas vajab vana ürgilmelist segametsa, kus ta vastsed toituvad surnud haabade koore all lagunevast niinest ja teistest putukatest. Lapikusega paistab silma veel teinegi surevate või hiljuti surnud haabade koore all elav mardikas – tumehall metalliläikeline *Hololepta plana* Sulzer (Lõhmus jt 2005).

Seentega seotud sääskede, teiste puiduseoseliste kahetiivaliste (nt. sääriksäased perekonnast *Ctenophora*), putukakäikudes elavate ja parasitoidsete kiletiivaliste liigirikkuse kohta on Eestis andmed paraku äärmiselt puudulikud. Et Soomes arvatakse nendes liigirühmades olevat puiduseoselisi liike kokku rohkem kui mardikalisi (Siitonen 2001), siis on tõenäoline, et surnud haabades elutseb Eestis kokku üle 500 putukaliigi, neist ainuomaseid tõenäoliselt mõnikümmend (Lõhmus jt 2005).

Mõnede lüljalgsete röövikud õõnestavad käike ka haavalehtede ala- ja ülaküljel, tekitades nii lehtede alaküljele roosakaid või valgeid ovaalseid laigukesi, mis lehe ülaküljel paistavad heledate plekkidena. Tagasihoidlikult pruunikashallika värvusega karvase pisiliblika (tiibade siruulatus 6–7 mm) haava-lehekoi (*Phyllocnistis labyrinthella* Bjerkander) röövikud kaevandavad juunist augustini haavalehtedes, jättes endast järele kitsad looklevad valkjad käigurajad, mille keskelt kumab läbi tume

ekskrementide rida (Voolma 2005). Haavalehtedes kaevandavad käike veel teisedki putukad, sealhulgas samasse keerukoilaste sugukonda kuuluvad kireskoid (*Phyllonorycter* spp. Hübner). Nende kaevandid lehelabas on laigukujulised, paiknevad lehe parenhüümkoos: kahjustatud lehed muutuvad hiljem pruuniks. Haava lehtede kahjurid võivad massilise esinemise korral pidurdada oluliselt haavanoorendike kasvu, hävitades kuni 50% lehtedest (Tamm 2000).

Olulist kahju haava noorendikes põhjustavad mitmed imetajad: põder (*Alces alces* L.), punahirv (*Cervus elaphus* L.), metskits (*Capreolus capreolus* L.) ning jänased (*Lepus* spp. L.). Põdrad, punahirved ja metskitsed kärbivad võrseid, söövad noorte puude latvu ning koorivad tüvesid (Maavara jt 1961, Johansson 2013). Haava koorimine kutsub esile puu nakatumise haavataelikusse ja hiljem puu südramiku pehkimise. Samuti vigastavad nad puu tüve sarvede nühhimisega. Põdrad eelistavad haaba lämmastiku, toorproteiini, tselluloosi, suhkru ning rasvade sisalduse tõttu (Ling 1981). Meelsasti tarvitavad iga vanuses haaba toiduks ka koprad (*Castor fiber* L.) (Johansson 2013).

1.5. Siklased (Cerambycidae)

Mardikaliste (Coleoptera) seltsis siklaste (Cerambycidae) sugukonnas on kirjeldatud üle 20 000 liigi (Ciesla 2011), millest Eestis on kindlaks tehtud 97 siklase liiki (Süda ja Miländer 1998). Kuigi erinevate liikide esinemissagedus meil on aga väga erinev on Eesti siklaste liigirikkamaks leiukohaks Järvselja Ida-Eestis (Süda 1993), kust on leitud kokku 57 liiki. Leiuandmete põhjal on rohkesti siklasi ka Lääne- ja Edela-Eestis (Süda ja Miländer 1998).

Siklased on suured või keskmise suurusega, saledad ning eksavärvilised mardikad, kelle jäigalt kaardus tundlad on peened ja pikad, ning võivad olla putuka kehast kuni viis korda pikemad. Eestis esinevate liikide keha pikkus on 3–45 mm (Merivee ja Remm 1973, Süda 1994). Mardikad toituvad elus või surnud taimede kudedest ning eelistavad üht või mõnda kindlat puuliiki või -perekonda. Kuigi mõned liigid esinevad kasvavatel puudel ning mõningad kahjustavad metsamaterjali, ei ole nende arvukus ülemäära kõrge ja kahjustus väga suur. Siklase hulgas leidub ka palju kõdupuidus elavaid haruldasi liike (Süda ja Miländer 1998, Voolma ja Õunap 2000).

Siklaste valmikuid võib kohata puutüvedel või õistaimede õitel või lehtedel. Jalutu, valge või kollaka kehaga lapikute tõukude peakapsel on tume ning kehast tugevamini kitiniseerunud ning osaliselt rindmiku sisse surutud (Miländer 1978, Süda ja Miländer 1998, Ciesla 2011). Siklase vastsed elavad tugevasti nõrgestatud, kuivavate, kuivanud (surnud) või erinevas kõdunemisastmes okas- ja lehtpuude tüvede ja okste koore all või puidus, kus nad rajavad lühemaid või pikemaid käike (Maavara jt 1961, Wagner 2002, Charles jt 2014), mis takistavad elus puudel vee ja toitainete transporti ja põhjustavad puude kiire hääbumise. Kaevendatud tõugukäikude tulemusena muutuvad kahjustatud puud vastuvõtlikuks ka sekundaarsetele kahjuritele ja seenhaigustele ning tekib tuulemurru oht. Siklased võivad olla ka patogeenide edasikandjad. Samuti vähendavad sikkukäigud saematerjali kvaliteeti (Süda 1994, Saarman ja Veibri 2006).

Kuna puit on toitainevaene, siis kestab mitmete liikide vastsestaadium puidus mitmeid aastaid ning mõnede siklaste vastsed jäävad puitu ka pärast puu langetamist. Seetõttu on neid putukaid transporditud pikkade vahemaade taha ehitus- ja küttepuidu, kaubaaluste ning pakkematerjaliga, mille tulemusena on siklased asustanud uusi elupaiku (Ciesla 2011). Eesti metsadele ja looduskeskkonnale kujutavad olulist ohtu peamiselt kauba pakendamiseks kasutatud puitmaterjaliga levivad Aasiast pärit ohtlikud metsakahjurid – hiina sikk (*Anoplophora chinensis* Forster) ja aasia sikk (*A. glabripennis* Motschulsky) (Aasia sikk..., Voolma 2016). Mõlema liigi valmikud on kuni 35 mm pikkused mustad, valgete laikudega mardikad, kes asustavad igas vanuses erinevaid lehtpuid, sh haabasid, pappeid, pajuksid, remmelgaid, jalakaid, kaski, pini-, ploomi- ja õunapuid. Hiina sikk pärineb Hiinast, Koreast ja Jaapanist. Putukat esineb ka Taiwanil, Filipiinidel, Vietnamis, Indoneesias ja Malaisias. Aasia sikk on pärit Hiinast ja Koreast, teda esineb ka Jaapanis ning Taiwanil. Hiinas on ta tõsiseks kahjuriks papliistandikes. Mõlemaid invasiivseid kahjureid on inimese kaasabil levinud Aasiast Põhja-Ameerikasse ja Euroopasse. Aasia ja hiina sikk on Euroopas leitud Aasiast sissetoodud puidust pakkematerjalidest ja dekoratiivpuit-taimede istikutest. Kui aasia siku levik rahvusvahelise kaubanduse vahendusel tehti esmalt kindlaks 1992. aastal USA-s (Haack jt 2010) siis Euroopas tuvastati aasia sikk looduses esmakordselt 2001. aastal Austrias Braunaus (Sage 2001, Tomiczek jt 2002). Järgnevatel aastatel on mõlemaid invasiivseid liike leitud juba ka mitmete teiste Euroopa riikide loodusest: Itaaliast, Prantsusmaalt, Suurbritanniast, Saksamaalt, Šveitsist, Hollandist jm (Hölling 2015, CABI 2015a, CABI

2015b). Hiina siku esmaleid on teada ka Leedust Klaipedast (Maspero jt 2007, Herald jt 2009, Data Sheets...). Aasia siku kahjustuskolle on leitud 2014. aastal Türgist ning 2015. aastal ka esmaleid Soome loodusest (EPPO 2015). 2015. aasta aprillis avastati esmakordselt Eestis Põllumajandusameti taimekaitseteenistuse poolt Hiinast Eestisse imporditud kivimite puitpakendist aasia siku vastsed (Aasia sikk..., Hiinast toodi...). Alates 2009. aastast läbiviidud seirete käigus ei ole aasia ega hiina sikku seni siiski veel Eesti loodusest leitud.

1.5.1. Aasia sikk

Aasia sikk (*Anoplophora glabripennis*) on üks raskemini kontrollitavatest putukaliikidest, kes on maailma invasiivsete liikide andmebaasis klassifitseeritud saja kõige ohtlikuma võõrliigi hulka (CABI 2015a). Ta kuulub nende organismide sekka, kelle leviku piiramiseks, avastamiseks ja tõrje korraldamiseks on kehtestatud Euroopa Liidu õigusaktid (EU 2015, Data Sheets...), mille raames viiakse kõigis liikmesriikides läbi iga-aastaseid seireid.

Aasia sikk on pärit Ida-Aasiast. Tema levik on saanud alguse Ida-Hiinast ja Koreast (Williams jt 2004). Kuni 1980-ndate aastateni oli putuka arvukus tagasihoidlik ning ulatuslikke metsakahjustusi ta ei põhjustanud. Aasia siku hulgisigimise puhangute põhjuseks 1980. aastatel sai Hiina valitsuse algatatud suur metsakultiveerimisprogramm, mille käigus rajati palju paplite ja haabade monokultuure. Mõningad hübriidpaplid osutusid aga aasia sikule ideaalseks toidutaimeks ja sigimispagaks (Haack jt 2010, Voolma 2016), mistõttu umbes 40% Hiina papliistandikest ehk 2,3 miljonit hektarit on selle putuka poolt kahjustatud (Smith jt 2004, Global invasive...). Kui aasia siku iga-aastane levik Hiina papliistandikes on aeglane, piirdudes keskmiselt 300 meetriga aastas (Smith jt 2004), siis globaalne kaubandus on viinud putuka oma looduslikust areaalist kiiresti tuhandete kilomeetrite kaugusele. Inimese kaasabil Aasiast Põhja-Ameerikasse ja Euroopasse levides on putukas uutes oludes leidnud sobivad toitumis- ja sigimistingimused, mistõttu on ta ohtralt paljunedes hakanud ohustama kohalikku loodust. Aasia siku esmaleiud väljaspool looduslikku levilat olid 1996. aastal New Yorgis, 1998. aastal Chicagos ja 2002. aastal New Jerseys ning 2003. aastal jõudis putukas ka Kanadasse (Haack jt 2010). Tänapäevaks on aasia sikk leitud seitsmest USA osariigist (CABI 2015a) ning kümnekonna aasta jooksul on putukas tekitanud juba ulatuslikke kahjustusi sealsetele metsa- ja pargipuudele. Euroopast avastati kahjur 2001. aastal Austriast (Sage 2001, Tomiczek jt 2002) ning praeguseks on putukat leitud juba kokku üheksast riigist (CABI 2015a).

Aasia sikk on musta põhivärvusega suhteliselt suur (kehapikkus 20–35 mm ja laius 7–12 mm) mardikas, kusjuures emasputukad on tavaliselt kogukamad kui isasputukad. Lääkivatel kattetiibadel esineb ligi 20 iseloomulikku korrapäratut väiksemat ja suuremat

valget tähni. Musta-valgelülilised tundlad on emasputukatel umbes keha pikkused ning isasputukatel kaks korda pikemad. Aasia siku vastsed on kreemikasvalged, pruuni peakapsliga, täiskasvanult kuni 50 mm pikkused jalutud tõugud. Nukk on umbes 30–33 mm pikk ja 10 mm lai ning valkja värvusega, kuid muutub nukustaadiumi vältel järjest tumedamaks, värvudes lõpuks tumepruuniks (Li ja Wu 1993).

Kui välimuselt meenutab aasia sikk natuke meil leiduvaid puidusikke (*Monochamus*), siis eluviisilt sarnaneb ta meie haavasikkudega (*Saperda*), kelle vastsed elavad samuti kasvavate lehtpuude tüvedes (Voolma 2016).

Aasia siku arengutsükkel kestab kodumaal Hiinas olenevalt ilmastikust üks (Lõuna-Hiinas) kuni kaks aastat (Põhja-Hiinas) (Charles jt 2014). Tavaliselt areneb üks põlvkond 12–18 kuuga. Kahjur on võimeline talvituma puidus muna-, vastse- ja nukustaadiumis. Mardikate lendlus toimub maist oktoobrini, kõige intensiivsemalt südasuvel juunis–juulis. Munad munetakse ühekaupa elusate puude tüve ja okste koorde näritud munemislehtritesse. Kokku võib üks emasmardikas muneda 30–60(180) piklikku (5–7 mm) muna. Munadest kooruvad 8–12 päeva järel tõugud, kes kaevendavad algul koore all floemi- ja kambiumikihi, hiljem puidus. Tõugud nukkuvad enda kaevendatud käigus olevas nukuhällis, mis asub koore lähedal. Nukustaadium kestab kaks-kolm nädalat. Koorunud mardikad veedavad veel ühe kuni kaks nädalat nukuhällis, mille järel näritakse koore 6–18 mm läbimõõduga ümmargune väljumisava, mis paikneb tüvel munemiskohast tavaliselt ülevalpool (Lingafelter ja Hoebeke 2002, CABI 2015a). Tavaliselt jäävad mardikad samale puule, kus nad olid koorunud, või lendavad naaberpuudele ning toituvad seejärel lehtedel, leherootsudel või võrsete koorel. Valmikute eluiga on umbes 30 päeva (Voolma 2016).

Aasia sikk võib asustada nii terveid kui ka nõrgestatud puid, sageli areneb ühel puul mitu põlvkonda, kuni puu hukkub. Tõugud suudavad arengu lõpetada ka surnud puidus ja puitmaterjalis, isegi õhukeses, vaid 1,5 cm paksuses lauas või prussis (Voolma 2016). Oma kodumaal võib aasia sikk asustada üle saja erineva liigi puittaimi (Global invasive..., Gaag ja Loomans 2014). Põhja-Ameerikas on aasia sikk asustanud umbes 30 lehtpuuliiki (CABI 2015). Aasia siku eelistatud toidupuud on mitmesugused paplite (*Populus*) ja pajude (*Salix*) liigid ja hübriidid, samuti ka jalakad (*Ulmus* spp.), harilik robiinia (*Robinia pseudoacacia*), harilik tulbipuu (*Liriodendron tulipifera*), roosid-

kibuvitsad (*Rosa* spp.), valge mooruspuu (*Morus alba*), saared (*Fraxinus* spp.), harilik hobukastan (*Aesculus hippocastanum*), plaatanid (*Platanus* spp.), ploomi- (*Prunus* spp.), pirni- (*Pyrus* spp.) ja õunapuud (*Malus* spp.), kased (*Betula* spp.), lepad (*Alnus* spp.) ja teised lehtpuud (Sawyer 2003, Haack jt 2006, CABI 2015a). Sarnaselt USA-ga on ka Euroopas aasia siku sagedasemaks toidupuuks vahtrad (*Acer* spp.), kased, pajud, hobukastan ja paplid, kuid Euroopas on ta asustanud ka pööki (*Fagus* spp.), pärna (*Tilia* spp.), valgepööki (*Carpinus* spp.) ja pihlakat (*Sorbus* spp.) (Wermelinger jt 2015). Pole teada, et aasia sikk oleks asustanud okaspuid või tamme (*Quercus* spp.).

Välised kahjustustunnused on putuka poolt koosseis näritud munemislohkudest ja kooreni ulatuvatest vastsekäikudest eralduv mahlavoolus ning mardika väljumisavad ja nendest välja surutud näripuru. Koorevigastuste tõttu immitsev mahl meelitab ligi ka teisi putukaid. Kahjustus põhjustab lehtede kolletumist ja varisemist ning okste ja tüvede murdumist (Cavey 1998, Charles jt 2014).

Aasia siku leviku tõkestamiseks on rakendatud mitmeid meetmeid. Kuivõrd aasia sikk levib peamiselt lehtpuidust pakkematerjali, kaubakonteinerite, küttepuidude ja muu puiduga, siis on peamiseks kahjuri tõkestamise meetmeks pakkematerjali kontroll, mis on saanud Aasiast või piirkonnast, kus on leitud aasia siku tegevusjälgi. Kõik Hiinast pärit importtoodete puidust pakkematerjalid peavad omama sertifikaati, et puitu on eelnevalt kuumtöödeldud või fumigeeritud metüülbromiidiga. Kuumtöötlus toimib, kui puidu sisekihis saavutatakse 30 minutiks temperatuur 56°C (Poland jt 1998). Kohustuslik on korraldada igal aastal vaatlusi, selgitamaks liigi levikut. Põhiline tõrjeabinõu on asustatud ja asustuskahtlusega puude raie ja eemaldamine (põletamine, hakkpuiduks tegemine). Liigi leiukohast või kahjustatud puudest 100 meetri raadiuses on ette nähtud langetada kõik kahjurile sobilikud haude- ja toidupuud (EU 2015).

Ulatuslik aasia siku tõrjeprogramm on rakendatud ka Põhja-Ameerikas. Alates 2008. aastast on USA-s tõrjetööde käigus raiutud umbes 34 000 kahjustatud ja kahjustusohklikku puud, kontrollitud on üle viie miljoni puu. New Yorgis ja Chicagos on proovitud kõik aasia siku poolt kahjustatud puud eemaldada ja hävitada ning need jõupingutused on maksnud miljoneid dollareid aastas (Haack jt 2006). USA-s hinnatakse kahjuri potentsiaalseks kogukahjuks linna- ja pargipuudele 669 miljardit dollarit.

Nii Ameerika Ühendriikides kui ka Hiinas rakendatakse keemilist tõrjet, süstides puutüvedesse või puud ümbritsevasse mulda süsteemseid putukamürke (Polant jt 1998, USDA-APHIS 2006, Russell jt 2010). Teine Hiinas levinud tõrjemeetod on alumiiniumfosfiidi sisaldavate puidust toigaste kasutamine, mis sisestatakse vastsekäikudesse ning tekkinud mürgine gaas hävitab käigus oleva putuka (Liu 1999). Kogu maailmas uuritakse ka biotõrje võimalusi, sh entomopatogeensete nematoodide ning parasitoidide tarvitust (Voolma 2016). Ökoloogilistest abinõudest aitab aasia siku levikut pidurdada segapuistute kasvatamine, hoiduda tuleks sikkude ligitõmbavate liikidega (eriti hübriidpaplitega) puhtpuistute rajamisest (Charles jt 2014).

1.5.2 Hiina sikk

Hiina siku (*Anoplophora chinensis*) looduslik leviala on Hiina subtroopilised alad, Hong Kong, Korea, Malaisia, Myanmar, Vietnam. Teda leidub ka Jaapanis, Filipiinidel, Taiwanis ja Indoneesias (CABI 2015b).

Hiina siku munad, vastsed ja nukud levivad peamiselt bonsaitaimede ja muu paljundusmaterjaliga aga ka lehtpuidust pakkematerjaliga (Wang 2017). Võõrliigina on teda tabatud dekoratiivtaimede istikutest Hollandis, Inglismaal, Itaalias, Prantsusmaal, Saksamaal, Šveitsis ja ka Leedus (Maspero jt 2007, Herald jt 2009, Data Sheets...). Itaalias (Lombardia) on hiina sikk juba ka loodusesse levinud, Hollandis ja Prantsusmaal on õnnestunud esmased kahjustuskolded hävitada (Lingafelter ja Hoebeke 2002, Data Sheets..., CABI 2015b).

Aasia sikule väga sarnane hiina sikk on musta-valgekirjude pikkade tundlatega läikivmusta põhivärvusega mardikas, kelle kattetiibadel on valged laigud. Aasia sikust eristab teda seljal oleva kilbikese värvus, mis aasia sikul on tume, hiina sikul aga valge. Emasputukate kehapikkus on kuni 35 mm, isasputukatel kuni 25 mm.

Hiina siku elutsükel kestab, sõltuvalt kliimast üks kuni kolm aastat. Lendlus toimub aprillist augustini, kuid kõige intensiivsem on see maist-juulini. Mardikas muneb puutüve alaosas maapinnast kuni 60 cm kõrguseni. Munemiseks närib emasputukas puutüve tüükaosa või juurte koosseis umbes 5 mm läbimõõduga horisontaalse süvendi, kuhu muneb ühe muna. Kokku võib üks mardikas munedagi kuni 70 muna. Vastsed

kooruvad 1–3 nädala pärast ja kaevendavad alguses tüve koore all, hiljem tungivad sügavale tüve alaosa ja juurte puitu (kuni 30 cm sügavusele maa alla), kus tekitavad eri suundades kulgevaid käike, mis takistavad puus vee ja toitainete liikumist ja põhjustavad puu kiire hääbumise. Vastsed nukkuvad samas puidus, nukustadium kestab 4–6 nädalat. Valmikud väljuvad tüve juurekaelast 6–11 mm läbimõõduga selgepiirilise servaga väljumisavade kaudu. Sarnaselt aasia sikule toitub hiina siku valmik lehtedest, leherootsudest ja tüvekoorest. Välised kahjustustunnused asustatud haude- ja toidupuudel on munemislehtrid ja mardika väljumisavad juurekaelal või puidu pinnal olev käikudest välja surutud näripuru (Lieu 1945, Data Sheets..., CABI 2015b).

Hiina siku eelistatud haude- ja toidupuud on paplid (*Populus* spp.) ja pajud (*Salix* spp.), vahtrad (*Acer* spp.), jalakad (*Ulmus* spp.), sarapuud (*Corylus* spp.), valgepöögid (*Carpinus* spp.), pöögid (*Fagus* spp.), harilik hobukastan (*Aesculus hippocastanum*), plaatanid (*Platanus* spp.), tsitrused (*Citrus* spp.), lagerströömiad (*Lagerstroemia* spp.), tuhkpuud (*Cotoneaster* spp.), pirni- (*Pyrus* spp.), ploomi- (*Prunus* spp.) ja õunapuud (*Malus* spp.), samuti kased (*Betula* spp.) ja lepad (*Alnus* spp.) (Sawyer 2003, Haack jt 2006, CABI 2015b).

Hiina siku tõrjeabinõuna rakendatakse üldjoontes samasuguseid meetodit, mis Aasia siku puhulgi – iga-aastane liigi leviku seire ning kahjustuskollete kiire likvideerimine (CABI 2015b). Hiina siku leviku tõkestamise üheks efektiivseks viisiks Hiinas on ka keemiline tõrje, milleks on maapinnal olevate juurte ja juurekaela töötlemine kaltsiumoksiidiga. Kahjurid taoliselt mõjutatud puid ei asusta (Wang 2017).

1.5.3. Haavasikud (*Saperda* spp.)

Haavasikud on hallikaskollaste või rohelise- ja mustakirjude kattetiibadega mardikad. Nad on primaarsed kahjurid, asustades elujõulisi ja terveid puid lehtpuuvõsades ja segametsades. Eesti metsades võib kohata nelja liiki haavasikke: suur-haavasikk (*Saperda carcharias*), täpik-haavasikk (*S. perforata*), väike-haavasikk (*S. populnea*) ja kirju-haavasikk (*S. scalaris*) (Maavara jt 1961, Merivee ja Remm 1973, Süda ja Miländer 1998).

Väike-haavasikk on 9–15 mm pikkune saleda kehaehitusega mardikas, kelle kehakatete põhivärvus on must, mis kaetud hallika kirmega. Mardika eesselja külgedel esinevad pruunikas- või hallikaskollased pikijooned ning kattetiibadel 4–5 sama värvi tähni (Maavara jt 1961, Merivee ja Remm 1973, Miländer 1978, Zahradník ja Chvála 1999). Väike-haavasikk kahjustab peamiselt noori pupleid ja pajusid puukoolides ning istandustes. Kahjustatud puude kasv peatub ning kahjustuse tagajärjel tüvi deformeerub (Tsankov ja Georgiev 1991). Putuka levik Eestis on küllaltki tagasihoidlik. Väike-haavasikk on levinud mõnel pool Põhja- ja Lõuna-Eestis (Süda ja Miländer 1998), ning ta omab meil vaid vähestes kohtades metsamajanduslikku tähtsust.

Täpik-haavasikk on 12–20 mm pikkune, põhivärvuselt heleroheline või hele hall ning tema kattetiibadel esineb viis ümmargust musta täppi. Eestis on see putukas harva esinev (Süda ja Miländer 1998) ning ei põhjusta märkimisväärtset metsamajanduslikku kahju.

Kirju-haavasikk on üle Eestis laialdaselt levinud ning küllaltki tavaline (Süda ja Miländer 1998), kuid olulist kahju siiski ei põhjusta (Maavara jt 1961, Merivee ja Remm 1973, Miländer 1978). Värvuselt on see 12–18 mm pikkune mardikas heleroheline. Putuka kattetiibadel esinevad üksikud mustad tähnid (Zahradník ja Chvála 1999, Maavara jt 1961, Merivee ja Remm 1973, Miländer 1978).

1.5.3.1. Suur-haavasiku morfoloogia, bioloogia ja levik

Suur-haavasikk (*Saperda carcharias* (L.)) on 22–28 mm pikkune mardikas (Maavara jt 1961, Merivee ja Remm 1973, Nef ja Menu 1994, Ciesla 2011), kelle mustjas keha on kaetud kollakashalli viltja karvastikuga. Lisaks esineb putuka kattetiibadel rohkesti tillukesi musti täppe (Maavara jt 1961) (joonis 1). Tundlate kinnituskohatade vahel on sügav vaond ning kattetiibade tipul terav hammas (Miländer 1978). Tundlad on hallid või kollakad, mille lüliots on must, välja arvatud viimane tundlapiu lüli, mis on ühevärviline (Miländer 1978, Ciesla 2011).

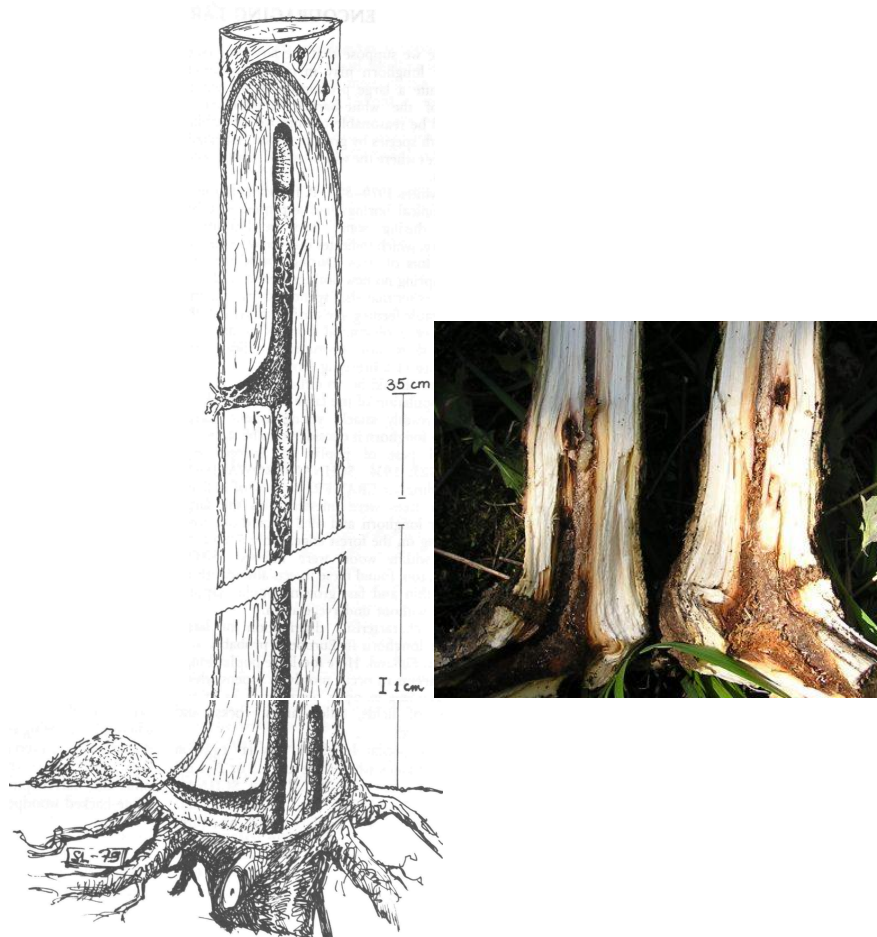


Joonis 1. Suur-haavasiku (*Saperda carcharias*) valmik, nukk ja vastne (fotod: Jan Hrbek, Zdeněk Hromádka, Gianni Allegro, Gianfranco Lapierta)

Suur-haavasikk asustab elusate paplite või pajude tüvesid, oksi või juuri. Mardikate lendlus algab juunis ning kestab sobivate ilmade korral kuni septembri teise pooleni (Neumann 1961, Merivee ja Remm 1973, Miländer 1978). Valmik elab umbes kaks kuud. Mardikad toituvad haabade, paplite ja pajude lehtedest, süües neisse suuri ebatasase servaga auke (Maavara jt 1961, Neumann 1961). Mardikad võivad peamiselt viimase aasta võrsetele, aga ka okstele ja peentele tüvedele närida rõngakujulisi narmendava servalisi sisselõikeid (Margus ja Seesmaa 1968).

Putuka elutsükli pikkus sõltub kliimast ja on Eestis enamasti 3 aastat. Haudepuuks sobivad 5–30 aastaseid paplid või haavad. Emasmardikas muneb tüve tüükaosale koorepragudesse 50–60 muna. Munemiseks sobivamad on sileda koorega tüvede alaosad, mistõttu vanematel puudel munetakse juurekaelast kõrgemale. Muna asetatakse õhukese koore puhul ühekaupa 4–5 mm pikkusesse ovaalsesse õnarusse, paksema koore puhul lehtritaolisse süvendisse (Maavara jt 1961). Suurem osa tõukudest on sügiseks koorunud. Pärast koorumist elavad tõugud lühikest aega koore all, kus toituvad mõnda aega koore niineosas ning hiljem kaevendavad end sügavamale tüvesse. Esimese talvitumise eel on tõugukäik 5–8 cm pikk. Seejärel tungib tõuk puitu, kus kaevendab pika vertikaalselt ülespoole kulgeva ovaalse kujuga (Nuorteva jt 1981) ning vähehaaval laieneva (Maavara jt 1961, Neumann 1961) käigu. Tõugukäigud kulgevad noortel puudel tüvekese keskel, piki säsi, kus nad on 20–30 cm pikad (joonis 2). Vanematel puudel võivad käigud olla aga kuni 100–150 cm pikad ning ligi 2 cm läbimõelduga ja

kulgeda ka tüve perifeerses osas (Margus ja Seesmaa 1968, Nuorteva jt 1981). Osa näripurust lükkab tõuk sisenemisava kaudu välja, mistõttu asustatud puud on kergesti märgatavad. Vastne talvitub puidus ning nukkub alles kolmanda aasta kevadel. Täiskasvanud tõuk on 40 mm pikkune ja jalutu (Maavara jt 1961, Nuorteva jt 1981). Tema pea on väike, sissesopistunud ning eesseljal on pruun kitiniseerunud kilp. Valmiku tüvest väljapääsemiseks, teeb tõuk enne nukkumist horisontaalselt kulgeva käiguharu, mis ulatub koore alla. Nukkumine toimub käigu ülemises otsas, puidulaastukestest vooderdatud nukuhällis (joonis 1). Väljudes purustab noor mardikas puidulaastudest korgi, misjärel tungib ta ülemisse käiku ning närib puutüvest välja pääsemiseks läbi lennuava katva koore (joonis 2). Lennuava on ümmargune, läbimõõduga 7–11 mm (Margus ja Seesmaa 1968).



Joonis 2. Suur-haavasiku vastse tüüpiline piki säsi kulgev vertikaalne tõugukäik koos sisenemis- ja väljumisavaga noore haavatüve alaosas ja juurekaelal. Nukkumine toimub käigu ülemises osas (Nuorteva jt 1981, foto: Jan Hrbek)

Suur-haavasikk asustab üsna noori puid, kui puude diameeter sisenemiskohas (tavaliselt 0–10 cm kõrgusel maapinnast) on vähemalt 3 cm. Kõige tugevamini kahjustab suur-haavasikk kuni 30-aastaseid puid, kusjuures kahjustus aastatega suureneb. Halbades kasvutingimustes võib juba kuni 20-aastastes haavikutes olla kahjustatud 50–80% puudest. Rohkem kahjustatakse hõredaid kultuure ning üksikult seisvaid ja puistu ääride puid, tihe alusmets või järelkasv pidurdab suur-haavasiku kahjustust, sest putukas armastab paremaid valgustingimusi. Tihe alusmets soodustab suur-haavasiku parasitoidide paljunemist ning samuti seen- ja viirushaiguste levikut (Margus ja Seesmaa 1968).

Kirjanduse andmetel kahjustatakse suur-haavasiku poolt mitmesugustest papliliikidest enam berliini paplit (*Populus × berolinensis* K.Koch), millele järgnevad tumedalehine pappel (*P. tristis* Fisch.) ja loorbepappel (*P. laurifolia* Ledeb.). Keskmiselt kahjustatakse lõhnavat paplit (*P. suaveolens* Fisch.) ja palsamipaplit (*P. balsamifera* L.). Suhteliselt vähe kahjustatakse kanada ehk euroameerika paplit (*P. × canadensis* Moench) ja hatuse- ehk karvaseviljalist paplit (*P. trichocarpa* Torr. et A.Gray) ja kõige vähem hiina (*P. adenopoda* Max.) ja musta paplit (*P. nigra* L.) (Margus ja Seesmaa 1968).

Mõningatel andmetel paljuneb ja kahjustab suur-haavasikk kõrgematel ja kuivematel kasvukohtadel kasvavaid puid üldiselt rohkem. Varem Eestis läbiviidud katsed on näidanud, et suur-haavasikk kahjustab haavanoorendikke mõnevõrra vähem niisketil kasvukohtadel, sest niiskuse tõttu sammalduvad tüvede alumised osad ning see takistab neile munemist. Papliistandikes võib aga suur-haavasiku kahjustus suhteliselt niiskemas kasvukohas olla isegi suurem kui kuivas kasvukohas (Margus ja Seesmaa 1968).

Suur-haavasiku kahjustus on lihtsasti märgatav puu juurekaela läheduses leiduvate sisenemisavade järgi, kus on näha heledat käigupuru. Tüvesse näritud käigud põhjustavad ainevahetushäireid ning kahjustuskohad on heaks kasvukeskkonnaks bakteritele ja patogeensetele seentele, mistõttu suur-haavasiku poolt kahjustatud puud nakatuvad hõlpsasti südamemädanikust (Maavara jt 1961). Samuti sureb kahjuri sisenemiskoha ümbert koor sageli laiguna. Käigud rikuvad ka puidu kvaliteeti ning kui kahjustus mõne aasta kestel kordub, põhjustab see tüve tüükaosa jämenemist. Suur-haavasiku kahjustuse tulemusena võivad tugevasti asustatud noored puud tugeva

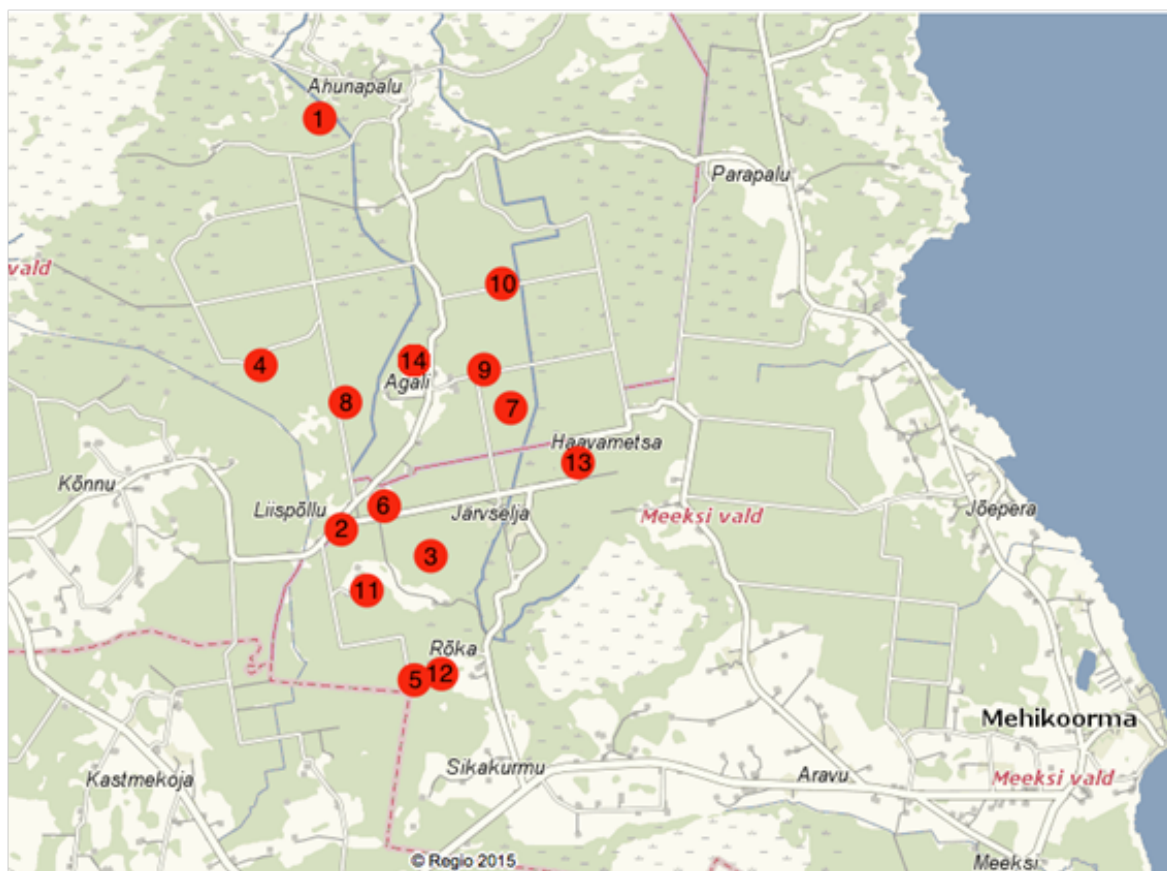
tuulega murduda, kuna kahjur nõrgestab oluliselt ka puidu struktuuri (Maavara jt 1961). Suur-haavasikk asustab täiesti terveid puid, olles haavikus primaarseks kahjuriks. Heades kasvutingimustes ei mõjuta tema kahjustused nimetamisväärselt puude kasvu. Halbades ja ebasoodsates tingimustes aga väheneb sageli puude juurdekasv, noored puud võivad hakata kiratsema, muutuda kuivladvalisteks ning hukkuda. Mardikate sööm võib aidata kaasa puu vähki nakatumisele (Maavara jt 1961).

Suur-haavasikk on levinud üle Euroopa kuni Kaukasuse ja Lääne-Siberini ning on majanduslikult oluline kahjur Itaalias, Prantsusmaal, Hispaanias, Hollandis, Belgias, Austrias, Ungaris, Rumeenias jm (Nef ja Menu 1994). Ka Eestis on suur-haavasikk kõige sagedasem haaval esinevatest putukkahjuritest. Suur-haavasikk on rohkemaarvuliselt levinud meie kirde- ja loodepiirkonna haavikutes, aga ka Põhja-, Ida- ja Lõuna-Eestis (Süda 1993, Süda ja Miländer 1998).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1.Uurimisobjektide iseloomustus

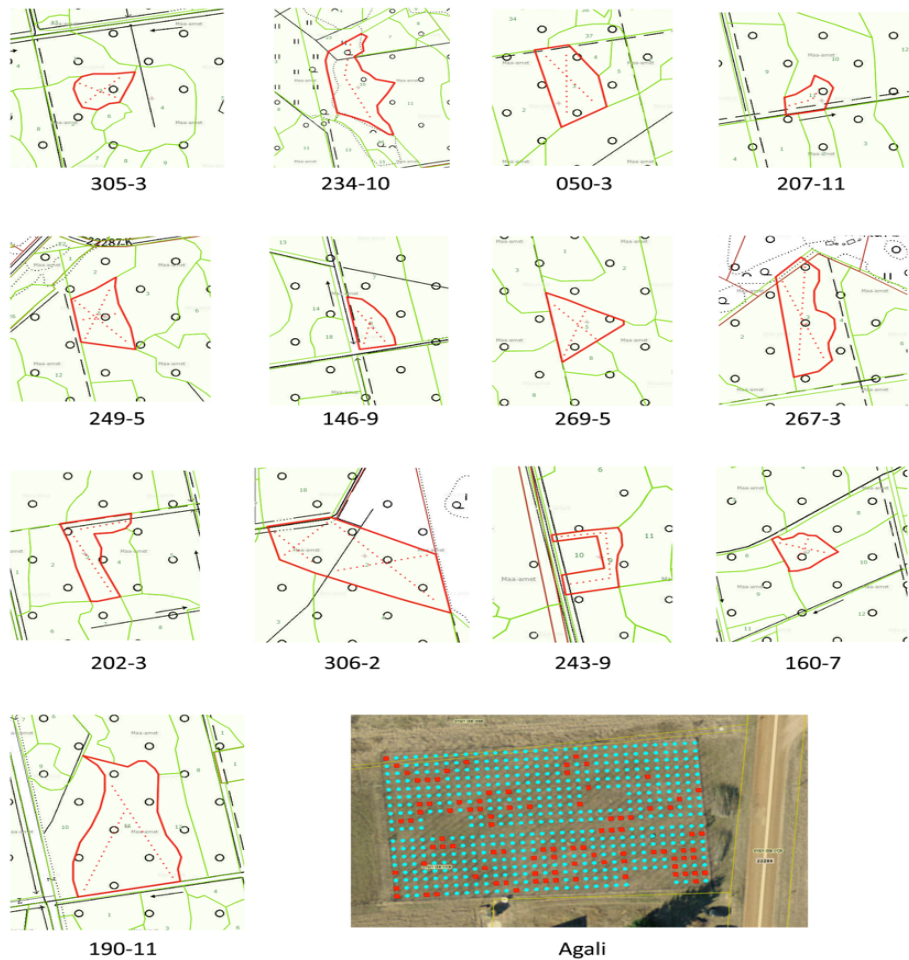
Uurimisaladena valiti Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna territooriumil välja 12 diploidset haavapuistut, mis paiknesid angervaksa, jänsekapsa-mustika ja naadi kasvukohatüübis. Katsealade valikul arvestati geograafilist paiknemist, puude vanust, kasvukohatüüpi ning haava osakaalu eraldistel, mis jäi kõikidel katsealadel 70–100% piiridesse. Lisaks arvati katsealade hulka ka Haavametsa triploidse haava noorendik (ala nr 243_9) ja Agali külas põllumaale rajatud hübriidhaava kloonide ja triploidse haava geograafiline võrdluskatseala (ala nr. 14). Haavikute takseerandmed on esitatud tabelis 1. Alade paiknemist iseloomustab joonis 3. Ülevaate katsealadest annab joonis 4.



Joonis 3. Katsealade paiknemise skeem

Tabel 1. Katsealade takseerandmed

Nr.	Kvartal	Ala	Er. Nr.	Pindala, ha	KKT	Rinne	Osakaal %	Puuliik	Harvendus	Vanus	Kõrgus, m	Rinnasdiameeter, cm	Puude arv, puid/ha
1	JS050	050_3	3	1,0	ND	1	100	HB	Harvendamata	3	2	1	4000
2	JS249	249_5	5	0,8	ND	1	94	HB	Harvendatud	3	3	2	1500
3	JS269	269_5	5	0,75	JM	1	90	HB	Harvendatud	3	1,5	1	8100
4	JS160	160_7	7	0,42	JM	1	70	HB	Harvendamata	3	2	1	5600
5	JS305	305_3	3	0,46	JM	1	100	HB	Harvendatud	5	4	2	9000
6	JS234	234_10	10	1,46	ND	1	100	HB	Harvendamata	5	4	2	8500
7	JS207	207_11	11	0,32	JM	1	95	HB	Harvendamata	5	2	1	3325
8	JS202	202_3	3	0,82	AN	1	85	HB	Harvendatud	8	6	4	5950
9	JS190	190_11	11	2,8	ND	1	70	HB	Harvendatud	8	5	3	8400
10	JS146	146_9	9	0,44	AN	1	90	HB	Harvendamata	10	6	5	9000
11	JS267	267_3	3	1,23	ND	1	90	HB	Harvendatud	10	7	6	2700
12	JS306	306_2	2	2,64	ND	1	80	HB	Harvendatud	10	5	3	4800
13	JS243	243_9	9	0,4	ND	1	95	HB	Harvendatud	15	6	6	3400
14	-	Agali	-	0,24	JK	1	100	HB	Harvendatud	5	6	4	4800



Joonis 4. Uurimisalade (eraldiste) paiknemine. Punase pideva joonega on tähistatud eraldiste piirid, punktiirjoonega transektid, millele jäänud mudelpuud 2014. a. välitööde käigus langetati. Agali katsealal on kõik langetatud puud ($n=552$) tähistatud (sinisega on märgitud terved ja punasega sikukahjustusega puud).

Välitööde käigus rajati katsealadele vähemalt kaks kogu eraldist läbivat ning üksteisega risti asetsevat transekti. Kõik nendele kitsastele proovipindadele jäävad puud langetati võimalikult maapinna lähedalt. Kohapeal mõõdeti puu kõrgused, diameetrid (d_0 , $d_{1,3}$) ning viimase aasta juurdekasvud. Kõigil langetatud mudelpuudel hinnati ja loendati

uuritava kahjuri vastsekäikude olemasolu, samuti ulukikahjustuse esinemine. Kahjurikäikudega mudelpuudelt saeti tüükaotsast umbes 35–55 cm pikkused katsekehad, mida kasutati edasistel uuringutes laboris. Kõigis katsekehades loendati vastsekäigud ning mõõdeti nende pikkused ja läbimõõdud. Kõik katsekehades olnud vastsed kaaluti ning neid kasutati hiljem füsioloogilise laborkatsete läbiviimisel. Kehamassi määramiseks kasutati analüütilist kaalu METTER TOLEDO PB153-S (Kanada), täpsusega 0,1 mg.

Agali hübriidhaaviku katsealal raiuti 2013/2014. aasta talvel, kui puud olid 5-aastased, ülepinnaliselt igast reast süstemaatiliselt välja iga teine puu. Kokku langetati katsealal 552 hübriidhaaba.

Statistiline andmetöötlus teostati statistikaprogrammiga R 3.1.1 (R Core Development Team, Uus-Meremaa).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Kahjustuse ulatus katsealadel

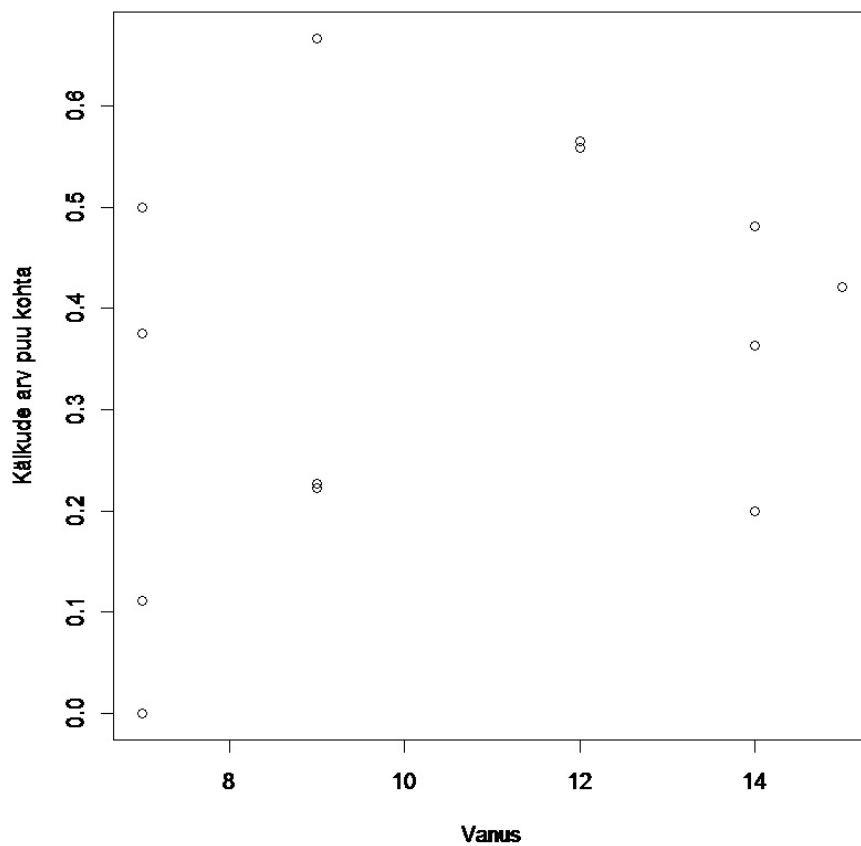
Välitööde käigus langetati 325 puud (+ 552 puud Agali hübriidhaava katsealal), millel mõõdeti kõik kasvuparameetrid (h , d_0 , $d_{1,3}$). Binoomtestiga leitud tulemustest selgus, et katsealade keskmine sikukahjustusprotsent oli 30%, kõigi katsealade putukkahjustuse ulatus varieerus piirides 0–50% (tabel 2).

Tabel 2. Katsealadel raiutud kahjustatud ja tervete puude arv (tk) ning sikukahjustuse protsent uurimisaladel

Ala	Kahjustatud	Terved	Kahjustuse %
050-3	7	25	21,9
146-9	7	15	31,8
160-7	9	13	40,9
190-11	16	18	47,1
202-3	11	12	47,8
207-11	5	17	22,7
234-10	5	22	18,5
243-9	8	11	42,1
249-5	0	21	0
267-3	12	15	44,4
269-5	1	17	5,6
305-3	9	9	50
306-2	8	32	20
Hübriidhaavik	93	459	16,85

3.2. Tüves olevate tõugukäikude arvu seos puu vanusega

Teada on, et suur-haavasikk kahjustab kuni 30-aastaseid haavapuistuid ning varasemates uuringutest on ka ilmnenud, et kahjustuse intensiivsus suureneb puu vanusega (Nuorteva jt 1981). Läbiviidud uuring ei kinnitanud, et puistu vanuse kasvades käikude arv kahjustatud puudes suureneb (joonis 5). Suurim vastsekäikude arv kahjustatud puudes oli kaks käiku.



Joonis 5. Tõugukäikude arvu sõltuvus puu vanusest

Kõigi katsealade keskmiseks vanuseks oli 24 aastat. Kahe faktori, milleks olid: haavikute vanus ja käikude arv tüvedes, statistilist usaldusväärsust kontrolliti t-testiga. T-testi läbiviimiseks valiti välja kõigi katsealade kahjustatud puud, mille vanus oli alla või üle 12 aasta, toomaks välja puude vanusest tulenev kahjustuse erinevus, ehk hindamaks seda, kas käikude arv puudes kasvab puude (puistu) vanusega. Testi tulemuses selgus, et vanuse kasvades käikude arv kahjustatud puudes statistiliselt ei suurenenud (t-test, $p \leq 0,05$).

3.3. Sikukahjustuse mõju puude viimase aasta juurdekasvule ning tüükaosa paksenemisele

Sikukahjustus põhjustab puudele ainevahetushäireid, mille tagajärjel hakkavad nooremad puud kiratsema ning samuti võib esineda tüükaosa jämenemist (Maavara jt 1961, Nuorteva jt 1981). Samuti leiab kirjandusest väiteid, et sikukahjustuse ja puu viimase aasta juurdekasvu vahel on tugev seos. Kahjustunud puude kasv aeglustub. Samas ei avalda aga vastsekäigud mõju puu radiaalkasvule (Välimäki ja Heliövaara 2007). Kui kahjur on asustanud peremeestaime pikema perioodi jooksul, kulutab puu energiat kaitsesüsteemi loomiseks, mille tulemusena jääb vähem energiat kõrguskasvuks (Mattson 1988). Jooniselt 6 on näha, et katsealadel vastsekäikude arv tüvedes ei ole mõjutanud statistiliselt oluliselt puude viimase aasta juurdekasvu. Lätis läbi viidud uurimuses, kus selgitati puu südamemädaniku ning suur-haavasiku kahjustuste mõju hariliku haava ning hübriidhaava kasvule, leiti sarnaselt, et käikude arv tüves ei avalda mõju puu kõrguse juurdekasvule (Zeps jt 2017). Lisaks näitas käesolevas töös saadud andmete statistiline analüüs, et sikukahjustusega puud on kõrgemakasvulised ning jämedamad. Ühtlasi ei saa väita, et Järvseljal olevad suur-haavasiku poolt kahjustatud puud oleksid juurekaelalt (d_0) olnud jämedamad kui kahjustamata puud (t-test, $p \leq 0,05$).

Antud uurimustöö näitas, et sikukahjustuse ulatus oli suurem vanemates puistutes. Ka täheldati, et uuritavatest katsealadest nooremates puistutes oli ulukahjustus suurem. Ulukahjustusega puistutes olid puude viimase aasta võrsed enamuses kahjustatud sõraliste poolt, mis annab seletuse ehk sellele, miks vanemates puistutes, kus sikukahjustus oli domineerivam, oli ka puu juurdekasv suurem.

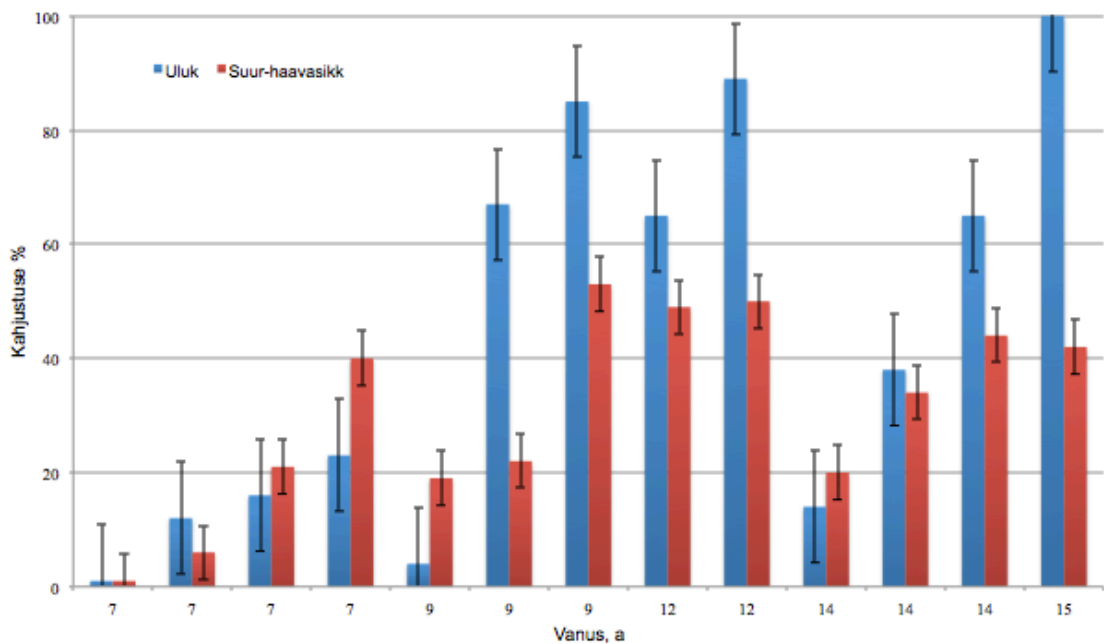
Andmete statistiline analüüs Fisheri testiga (*Fisher exact test*) näitas, et katsealade kasvukohatüübi mõju kahjustuse ulatusele ei olnud usutav ($p \geq 0,05$). Saadud uurimustulemuste põhjal võib väita, et metsakasvukohatüüp ei avaldanud mõju sikukahjustuse intensiivsusele.

3.5 Harvendusraie mõju uluki- ja sikukahjustusele

Kirjandusallikatele toetudes võib väita, et suur-haavasikk kahjustab rohkem hõredamaid haavikuid. Euroopas on täheldatud, et suur-haavasikk esineb enamasti haavikutes, mis kasvavad avataud maastikel või kasvualadel: harvendatud puistud, metsa- ja elektriliini trasside servad (Margus ja Seesmaa 1968, Nuorteva jt 1981). Suur-haavasikk eelistab paremaid valgustingimusi, mille tõttu tihe alusmets või järelkasv pidurdab haavasiku kahjustust (Margus ja Seesmaa 1968). Käesolevas töös uuritud kõigist aladest oli kaheksal katsealal tehtud harvendusraie, millega oli puistu tihedust vähendatud. Andmete statistiline analüüs Fisheri testiga (*Fisher exact test*) näitas, et harvendusraie mõju sikukahjustuse ulatusele ei olnud usutav ($p \geq 0,05$). Samuti ei ole kasvukohatüüp mõjutanud ulukikahjustuse ulatust. Ulukikahjustus oli kõigis harvendatud puistutes suurem. Kuna harvendatud puistus on põdral kergem liikuda, esines seal ka rohkem põtrade poolt tekitatud kahjustusi.

3.6 Putukkahjustuse seos puistu vanuse ja ulukikahjustusega

Suur-haavasikk eelistab põdrakahjustusega puistuid. Ulukikahjustused kutsuvad esile haabade nakatumise haavataelikusse ja hilisema tüve südamemädaniku tekke (Ling 1981). Et ulukikahjustused muudavad puud vastuvõtlikumaks putukkahjuritele, leidis kinnitust ka käesolevas uurimistööst. Ulukikahjustuseta puude sikukahjustuse protsent oli 20% ning ulukikahjustusega 43%. Kahjur ründab harva üle 25 aastaseid puid. Suur-haavasikk võib muneda munad tüvele, mille juurekael on kõigest 1,5)2–4 cm jämedune, kuna kahjur eelistab peremeespuuna sileda koorega noori tüvesid (Maavara jt 1961, Nuorteva jt 1981). Tšehhis on uuringute tulemusena leitud, et suur-haavasikk ründab 2–3-aasta vanuseid puid ja Šotimaal 5–20-aastaseid (Šrot 1962).



Joonis 7. Suur-haavasiku ja ulukikahjustuse ulatus sõltuvalt puude vanusest. Standardhälbe vead on tähistatud tulpadel vertikaaljoontega.

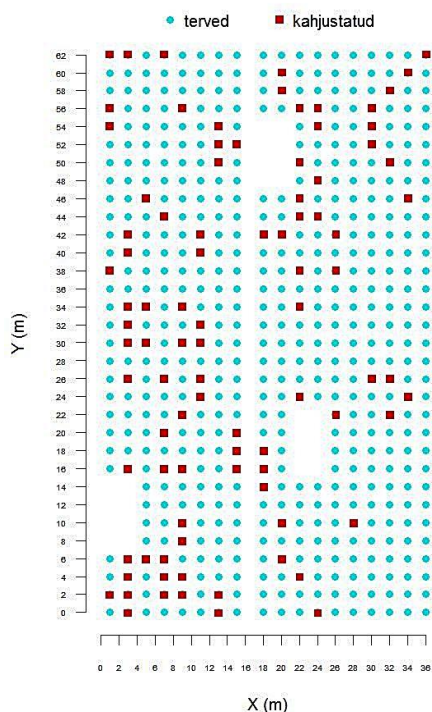
Põdrakahjustuste intensiivsus uuritavates haavikutes oli 7–9-aastastes puistutes madalam kui vanemates (9–15 aastastes) ning ka sikukahjustusega puude osatähtsus suurenes puude (puistu) vanuse kasvades (joonis 7). Samuti näitas andmete analüüs, et puistutes vanuses seitse kuni üheksa aastat, on putukkahjustustega puude arv väiksem (22%), ning vanuses 9–15 aastat, on sikukahjustuse protsent kõrgem (37%) (binoomtest, $p=0,001$).

3.7 Suur-haavasiku kahjustused Agali hübriidhaava katsealal

2014. aastal läbiviidud suur-haavasiku monitooringu tulemused hariliku ja hübriidhaavapuistutes Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas näitasid, et sarnaselt hariliku haava puistutele võib suur-haavasikk oluliselt kahjustada ka Eestisse rajatud noori hübriidhaavikuid (Tullus jt 2004, 2005, 2007, 2012, Lutter jt 2016). Siiski selgus, et mõned hübriidhaava kloonid on suur-haavasiku kahjustusele küllalt resistentsed.

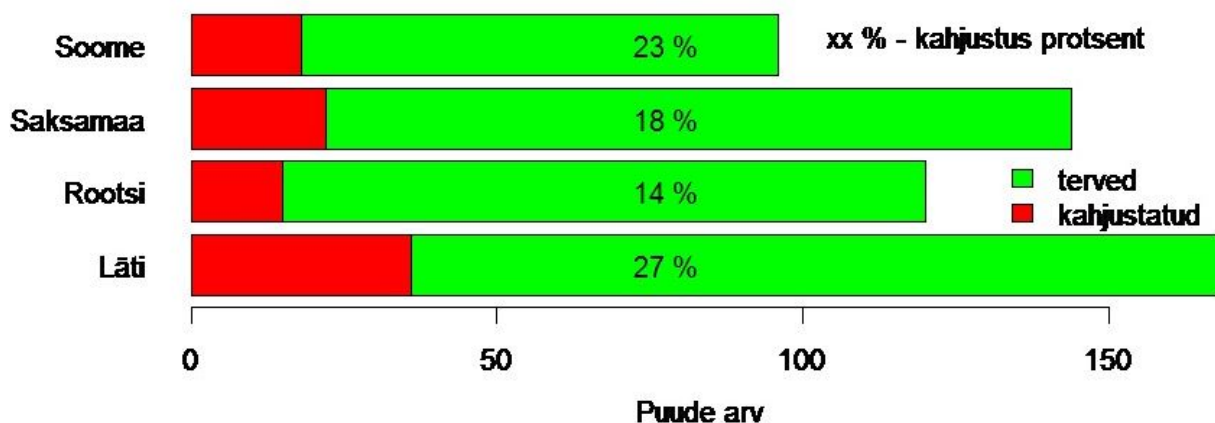
Agali katsekultuuris ($58^{\circ} 17' 10''$ N, $27^{\circ} 17' 18''$ E) teostati 2013/2014. aasta talvel harvendusraie, mille käigus raiuti ülepinnaliselt 50% ($n=552$) kõigist katsealal

kasvavatest puudest. Kahjustatud puude arv Agali katsealal oli 93 ja tervete puude arv 459 (joonis 8). Suur-haavasiku kahjustust esines 16,5% raiutud puudel (tabel 2).



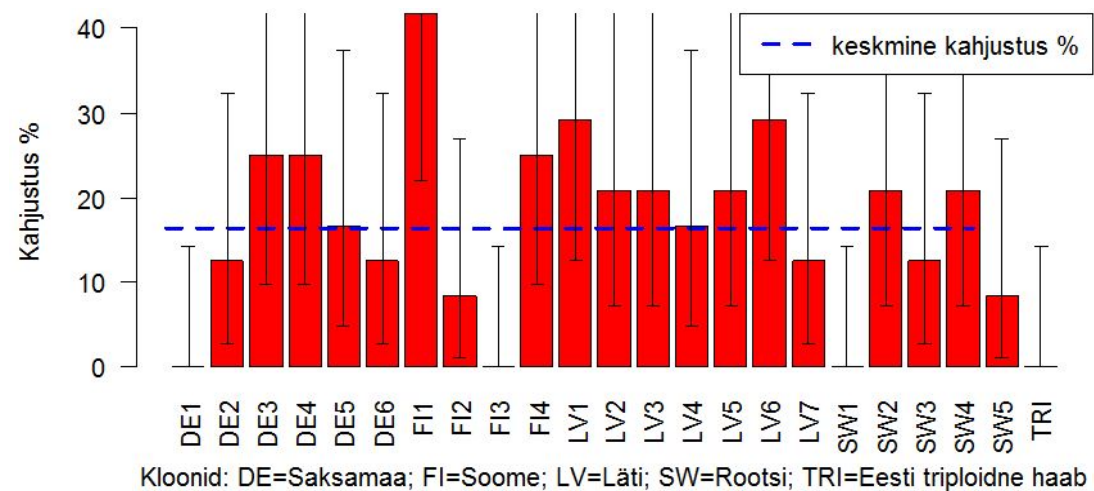
Joonis 8. Raiutud kahjustatud ja kahjustamata hübriidhaabade paiknemine Agali hübriidhaava katsekultuuris 2014. aastal. Sinisega on märgitud terve ja punasega sikukahjustusega puud. Tühjad piirkonnad joonisel on arukase katseruudud.

Katsekultuuris olevad hübriidhaava kloonid pärinesid erinevatest piirkondadest, kuid kõiki kloone ei kahjustanud suur-haavasikk võrdselt (joonis 9). Analüüs näitas, et puude geograafilise päritolu ja kahjustusprotsendi vahel esineb statistiliselt oluline seos (t-test, $p < 0,001$).



Joonis 9. Terved ja suur-haavasikku poolt kahjustatud hübriidhaava kloonid päritolupiirkondade järgi Agali katsealal

Selgus, et keskmisest enam kahjustab suur-haavasikk Soome kloon nr C05-99-10 (joonisel 10 „FI1“). Putukale resistentsemad on hübriidhaava Saksamaa (W1 x Ihl 1 (full-sib family)) (joonisel 10 „DE1“) ja Soome (nr. C05-99-17) (joonisel 10 „FI3“) kloonid aga ka Eesti päritolu triploidised haavad (*Populus tremula* f. *gigas* Nilsson-Ehle 'Haavametsa') (joonisel 10 „TRI“) (Sibul jt 2014).

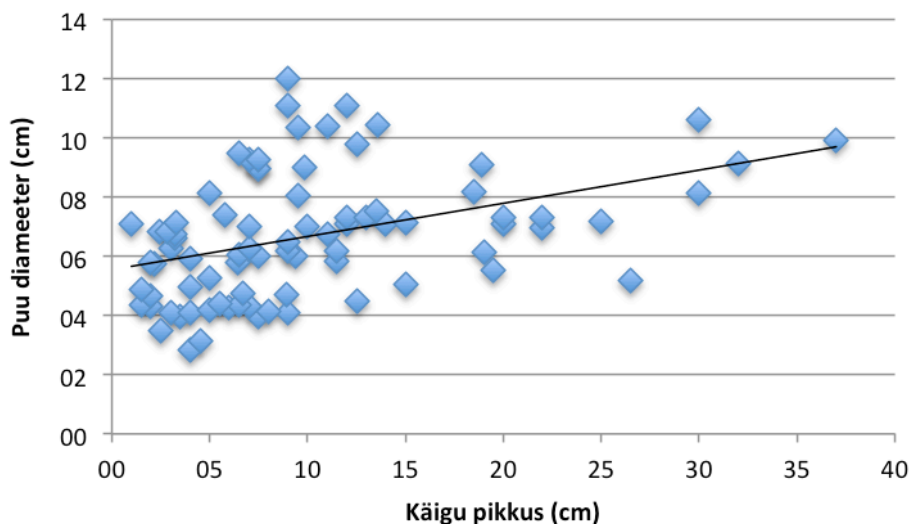


Joonis 10. Hübriidhaava kloonide kahjustusprotsent Agalis. Tulpadele on märgitud Bernoulli katse 95% usaldusvahemikud.

3.8 Tõugukäikudega mudelpuude analüüs

Kahjurikäikudega mudelpuudelt saetud katsekehades 16% leiti suur-haavasiku vastseid. Kõik katsekehades olnud vastsed kaaluti ning mõõdeti nende pikkused. Samuti mõõdeti pikisuunas avatud katsekehade puidus olevad vastsekäikude pikkused ja läbimõõdud. Katsekehades, milles vastseid ei leidunud, oli käik, kas seenemütseeliga või näripuruga täidetud. Samuti puudusid vastsed rähni tegevusjälgedega ning nähtava lennuavaga katsekehades. Esines ka katsekehi, kus oli ainult osaliselt vastsekäik tuvastatav ehk käik ulatus juurekaelast allapoole. Kolmel juhul oli vastne käigus parasiteeritud ning selle tagajärjel surnud.

Uuritud neljateistkümnelt alalt võetud puiduproovidest leidis suur-haavasiku vastseid kaheksa ala mudelpuude katsekehades. Kui suur-haavasiku täiskasvanud vastse pikkus küünib kuni 4 sentimeetrini (Maavara jt 1961, Nuorteva jt 1981) siis mudelpuudest leitud vastsete keskmine kehapikkus oli 2,26 cm ning keskmine kehamass 0,63 grammi.



Joonis 11. Mudelpuude diameetri ja suur-haavasiku vastsekäigu pikkuste vahelised regressioonianalüüsi seosed

Mudelpuude diameetrid ($d_{1,3}$) varieerusid 2,9–12 cm. Kõige lühem käigupikkus oli 1 cm, mille puu diameetriks oli 7,1 cm ning kõige pikem käik 37 cm ($d_{1,3}=9,9$). Keskmiseks käigu pikkuseks oli 10 cm. Suur-haavasiku tõugukäigud on noortes puudes 20–30 cm pikkused. Vanemates puudes võivad käigud olla kuni 100–150 cm pikad (Margus ja Seesmaa 1968, Nuorteva jt 1981). Mõnes kirjandusallikas on aga väidetud, et vanemates puudes on tavaliselt käigud just lühemad (20–25 cm) (Cramer 1954). Käesolev uurimustöö kinnitas, et pikemad tõugukäigud esinesid jämedamates tüvedes (joonis 11).

KOKKUVÕTE

Suur-haavasikk (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera; Cerambycidae) on üks olulisemaid noorte haavikute tüvekahjureid. Kahjustuse tagajärjel puud nõrgestuvad ning võivad tugeva tuulega murduda, samuti väheneb kahjustatud puude juurdekasv, tekitades sellega metsaomanikule olulist majanduslikku kahju. Tõugukäigud tüve alaosas rikuvad aga puidu kvaliteeti, mis vähendab üldist haavapuidu kasutust, mistõttu haavasiku poolt kahjustatud puid saematerjalitööstuses ei kasutata. Tõugukäigud muudavad kahjustatud puu vastuvõtlikumaks sekundaarsetele kahjuritele ja seenhaigustele, mille tulemusena puidu kvaliteet halveneb. Sellised haavapuud on sobilikud kasutamiseks puiduhakkena, küttepuudena ja paberitööstuse toormaterjalina.

Käesolevas uurimistöös uuriti Järvelja ÕKMK haavanoorendike sanitaarset seisundit, hinnates suur-haavasiku kahjustuse ulatust 3–15-aastaste di- ja triploidse hariliku haava ning hübriidhaava puistutes. Välitööde käigus langetati katsealadel olevad mudelpuud, millel mõõdeti kõik kasvuparameetrid (h , d_0 , $d_{1,3}$) ning hinnati uuritava kahjuri vastsekäikude olemasolu. Kahjurikäikudega mudelpuude tüükaotsast saeti kuni 55 cm pikkused katsekehad, mida kasutati hilisemates laboruuringutes, kus loendati kõigis katsekehades olevad vastsekäigud ning mõõdeti nende pikkused ja läbimõõdud.

Katsealade tulemustest selgus, et keskmine sikukahjustuse protsent Järvelja ÕKMK haavanoorendikes oli 30%. Di- ja triploidsetes haavikutes kahjustuse erinevust ei tuvastatud. Küll aga näitasid uuringud Agali hübriidhaava katsealal, et erineva geograafilise päritoluga hübriidhaava kloonid on suur-haavasiku kahjustusele erineva vastuvõtlikkusega. Selgus, et katsealal olevad Eesti päritolu triploidsed haavad olid sarnaselt mõnedele hübriidhaava kloonidele suur-haavasiku kahjustusele küllalt resistentsed.

Suur-haavasiku kahjustuse aste ei sõltunud kasvukohatüübist ega puistus eelnevalt läbiviidud harvendusraietest. Uurimistulemustest nähtus, et suur-haavasiku kahjustus ei avaldanud statistiliselt olulist mõju puude viimase aasta juurdekasvule või tüükaosa

(juurekaela) paksenemisele, mistõttu pole hooldusraiete käigus võimalik tuvastada juba kahjustatud puid. Samas leiti, et läbiviidud harvendusraietega katsealadel oli ulukahjustusega puude osatähtsus kõrgem. Kuna ulukahjustused muudavad puu vastuvõtlikumaks kahjuritele, oli ulukahjustusega puude sikukahjustuse protsent suurem kui ulukahjustuseta puudel. Putukahjustuse tugevus puudel sõltus ka puistu vanusest, mida vanem puistu, seda suurem oli suur-haavasiku kahjustusega puude hulk puistus.

Kuivõrd kirjanduse andmetel kahjustab suur-haavasikk enam hõredaid haava- ja paplikultuure ning tihe alusmets või järelkasv pidurdab oluliselt sikukahjustusi, sest nimetatud kahjur eelistab paremaid valgustingimusi siis võib soovitada haavakultuuride rajamisel viia sisse ka mõningaid alusmetsa põõsaliike või säilitades olemasolevaid hooldusraiete läbiviimisel. Sobilikud alusmetsaliigid aitavad kaasa ka suur-haavasiku parasitoidide arvukuse tõusule haavikutes. Suur-haavasiku peamised parasitoidid ja nende mõju kahjuri arvukusele ning haavasiku poolt toidupuule siirutatavad võimalikud seen- ja viirused vajavad aga veel jätku-uuringuid.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aasia sikk *Anoplophora glabripennis*. Hiina sikk *Anoplophora chinensis*. Ohtlik taimekahjustaja. Põllumajandusaamet, Saku, 2016. www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=133&sub2=205&sub3=425 [Vaadatud 10.05.2017].
- Aastaraamat METS 2014. 2016. Keskkonnaagentuur (koost.). Tallinn. 225 lk.
- CABI 2015a. *Anoplophora glabripennis* (Asian longhorned beetle). Datasheet. Invasive Species Compendium. www.cabi.org/isc/datasheet/5557 [Vaadatud 10.03.2015]
- CABI 2015b. *Anoplophora chinensis* (black and white citrus longhorn). Datasheet. Invasive Species Compendium. www.cabi.org/isc/datasheet/5556 [Vaadatud 10.03.2015]
- Charles, J.G., Nef, L., Allego, G., Collins, C.M., Delplanque, A., Gimenez, R., Höglund, S., Jiafu, H., Larsson, S., Lou, Y., Parra, P., Singh, A.P., Volney, W.J.A., Augustin, S. 2014. Insect and other pest of poplars and willows. In: Isebrands, J.G., Richardson, J. (Eds.), Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment. CABI and FAO, Rome, pp. 459–526. www.fao.org/3/a-i2670e/i2670e09.pdf [Vaadatud 20.08.2016].
- Ciesla, W.M. 2011. Forest entomology. Wiley-Blackwell. 399 pp.
- Cramer, H.H. 1954. Untersuchungen über den Grossen Pappelblock *Saperda carcharias* L. – Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 35, 425–458
- Data Sheets on Quarantine Pests: *Anoplophora malasiaca* and *Anoplophora chinensis*. EPPO quarantine pest. Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003. www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/insects/ANOLCN_ds.pdf [Vaadatud 20.08.2016]
- Dickmann, D.I. 2001. An overview of genus *Populus*. In: Dickmann, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalder, J.E., Richardson, J. (Eds.), Poplar Culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, pp. 1–42.
- Dickmann, D.I., Isebrands, J.G., Blake, T.J., Kosola, K., Kort, J. 2001. Physiological ecology of poplars. In: Dickmann, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalder, J.E., Richardson, J. (Eds.), Poplar Culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, pp. 77–118.
- Eckenwalder, J.E. 1996. Systematics and evolution *Populus*. Biology of *Populus* and its implications for management and conservation. Part I, Chapter 1. In: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Heilman, P.E., Hinkley, T.M. (Eds.). Ottawa, pp. 7–32.

- EU 2005. Komisjoni rakendusotsus (EL) 2015/893, 9. juuni 2015, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) liitu sissetoomise ja seal leviku vastu võetavate meetmete kohta. – Euroopa Liidu Teataja, L 146, 16–28.
- van der Gaag, D.-J., Loomans, A.J.M. 2014. Host plants of *Anoplophora glabripennis*, a review. – EPPO Bulletin, 44, 518–528.
- Global invasive species database. 2017. *Anoplophora glabripennis*. www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Anoplophora+glabripennis [Vaadatud 20.08.2016].
- Haack R.A., Hérard, F., Sun, J., Turgeon, J.J. 2010. Managing invasive populatoins of Asian longhorned beetle and citrus longhorned beetle: a wordwide perspective. – Annual Review of Entomology, 55, 521–546.
- Haack, R.A., Bauer, L.S., Gao, R.-T., McCarthy, J.J., Miller, D.L., Petrice, T.R., Poland, T.M. 2006. *Anoplophora glabripennis* within-tree distribution, seasonal development, and host suitability in China and Chicago. – Great Lakes Entomologist, 39, 169–183.
- Hanso, M., Hanso, S. 1999. Andmeid juuremädanike tekitajate kohta Eesti metsades. – Metsanduslikud uurimused, XXXI. Tartu, 141–161.
- Hartman, J.R., Pirone, Thomas, P., Sall, M.A. 2000. Pirone's Tree Maintenance. Oxford University Press. 556 pp.
- Herald, F., Maspero, M., Ramualde, N., Jucker, C., Colombo, M., Ciampitti, M., Cavagna, B. 2009. *Anoplophora glabripennis* – Eradication programme in Italy. www.eppo.int/ [Vaadatud 10.03.2015].
- Hiinast toodi Eestisse ohtlik taimekahjustaja aasia sikk. 2015. – Maaleht, 21. aprill 2015.
- Hölling, D. 2015. Der Asiatische Laubholzbockkäfer in Europa. www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/invasive/wsl_alb_europa/index_D [Vaadatud 20.08.2016]
- Isebrands, J.G., Richardson, J. 2014. Poplars and Willows Trees for Society and the Environment. FAO. 656 pp.
- Johannson, T. 2013. Discolored stems of 12–63-year-old European aspen (*Populus tremula* L.). – Swedish University of Agricultural Sciences, 1–33.
- Kurkela, T. 1994. Metsän taudit – metsäpatologian perusteet. Otatieto Oy. 324 s.
- Laas, E. 1987. Dendroloogia. Teine ümbertöötatud trükk. Tallinn, Valgus. 823 lk.
- Li, W., Wu, C. 1993. Integrated management of longhorn beetles damaging poplar trees. Forest Press, Beijing, China. 290 pp.
- Ling, H. 1981. Pöder. Tallinn, Valgus. 99 lk.

- Lingafelter, S.W., Hoebeke, E.R. 2002. Revision of the Genus *Anoplophora* (Coleoptera: Cerambycidae). Entomological Society of Washington, Washington, DC, USA. 236 pp.
- Lieu, K.O.V. 1945. The study of wood borers in China. I. Biology and control of the citrus-root-cerambycids, *Melanauster chinensis*, Forster (Coleoptera). – The Florida Entomologist, 27, 61–101.
- Liu, Z.F., Fan, J., Zhang, K. 1999. The experiments of prevention and control of *Anoplophora glabripennis* in *Salix matsudana* with insecticide. – Journal of Hubei Agricultural University 19, 313–314.
- Lõhmus, E. 2004. Eesti metsakasvukohatüübid. Tartu. 80 lk.
- Lõhmus, A., Kraut, A., Lõhmus, P., Remm, J., Rosenvald, R., Soon, M. 2005. Haab pakub elupaiku vähemalt kahele tuhandele liigile. – Eesti Loodus, 10, 6–15.
- Lutter, R., Tullus, A., Tullus, T., Tullus, H. 2016. Spring and autumn phenology of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) genotypes of different geographic origin in hemiboreal Estonia. – New Zealand Journal of Forestry Science, 46, 2–7.
- Maavara, V., Merihein, A., Parmas, H., Parmasto, E. 1961. Metsakaitse. Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus. 711 lk.
- Margus, S., Seesmaa, V. 1968. Suur haavasikk (*Saperda carcharias* L.) papli-istandike ohtlikem kahjur. Metsamajandus. Teaduslik-tehniline kogumik. Eesti NSV Metsamajanduse ja looduskaitse ministeerium. Tallinn: Valgus. 35–39.
- Maspero, M., Cavalieri, G., D'Angelo, G., Juncker, C., Valentini, M., Colombo, M., Herard, F., Lopez, J., Ramualde, N., Ciampitti, M., Caremi, G., Cavagna, B. 2007. *Anoplophora chinensis* – Eradication programme in Lombardia (Italy). www.eppo.int/ [Vaadatud 10.03.2015].
- Mattson W, Lawrence R, Haack R, Herms D, Charles P (1988) Defensive strategies of woody plants against different insect-feeding guilds in relation to plant ecological strategies and intimacy of association with insects. In: Mattson, W., Levieux, J., Bernard-Dagan, J. (eds.) Mechanism of woody plant defenses against insects, search for pattern. Springer, Berlin, p 416
- Merivee, E., Remm, H. 1973. Mardikate määraja. Tallinn, Valgus. 308 lk.
- Nef, L., Menu, J.F. 1994. Internationally important damaging poplar insects. Results of an inquiry among the members of the International Poplar Commission. Proc. Meeting FAO/IPC Izmit, Turkey.
- Neumann, J. 1961. Kerfe des Waldes: Taschenbildbuch der beachtenswertesten Käfer, Schmetterlinge und sonstigen Kerfe des mitteleuropäischen Waldes, ihrer

- Entwicklungsstufen und Frassbilder mit Textteil über Bau und Leben. Radebeul und Berlin. 284 pp.
- Nuorteva, M., Patomäki, J., Saari, L. 1981. Large poplar longhorn, *Saperda carharias* (L.), as food for white-backed woodpecker, *Dendrocopos leucotos* (Bechst.). – *Silva Fennica*, 15, 208–221.
- Paju, A., Tamm, Ü. 1975. Haava südamemädaniku levikust ja välistunnuste järgi diagnoosimise võimalustest. – *Metsanduslikud Uurimused*, XII, Metsakaitse. 231–261.
- Pakkanen, H., Alen, R., Lahti, K., Vartiainen, T. 2014. Behaviour of Aspen (*Populus tremula* L.) during Kraft Pulping. University of Jyväskylä, 1–6.
- Pei, M.H., McCracken, A.R. 2005. Rust Diseases Willow and Poplar. CABI Publishing. 280 pp.
- Phillips, D.H., Burdekin, D.A. (Eds.) 1992. Diseases of forest and ornamental trees. London, Macmillan. 581 pp.
- Poland, T. M., R. A. Haack, T. R. Petrice. 1998. Chicago joins New York in battle with the Asian longhorned beetle. – *Newsletter of the Michigan Entomological Society*, 4, 15–17.
- Poplars and willows in wood production and land use. 1980. – *FAO Forestry and Forest Products Studies*, 12, 330 pp.
- Isebrands, J.G., Richardson, J. (Eds.) 2014. Poplars and willows: trees for society and the environment. FAO, CABI. 634 pp.
- Roll-Hansen, F. 1985. The *Armillaria* species in Europe. A literature review. – *European Journal of Plant Pathology*, 15, 22–31.
- Relve, H. 2007. Puude juurde. Eesti Loodusfoto. 215 lk.
- Russell, C. W., Ugine, T. A., Hajek, A.E. 2010. Interactions between Imidacloprid and *Metarhizium Brunneum* on adult Asian longhorned beetles (*Anoplophora glabripennis* (Motschulsky)) (Coleoptera: Cerambycidae). – *Journal of Invertebrate Pathology* 105, 305–311.
- Rytter, L., Stener, L.-G., 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. – *Forestry*, 78(3), 285–295.
- Saarman, E., Veibri, U. 2006. Puiduteadus. Tartu. 560 lk.
- Sage, W. 2001. Erstes Auftreten des asiatischen Bockkäfer *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) in Mitteleuropa. – *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau*, 8, 81–88.
- Sander-Sõrmus, M. 2013. Hübriidhaab-üks alternatiiv maaomanikule. – Äripäev.

- Sawyer, A.J. 2003. Annotated categorization of ALB host trees. (Revised February 2010) USDA-APHIS-PPQ, Otis Plant Protection Laboratory www.uvm.edu/albeetle/hosts.htm [Vaadatud 05.01.2017]
- Sibul, I., Sisask, S., Kivimägi, I., Ploomi, A., Lutter, R., Tullus, A. 2014. The large poplar longhorn beetle, *Saperda carcharias* L. (Coleoptera: Cerambycidae) damages in the hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands. In: Transactions of the Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences, 40, 84.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. – Ecological Bulletins, 49, 11–41.
- Smith, I.M., Dunez, J., Lelliott, R.A., Phillips, D.H., Archer, S.A. (Eds.) 2009. European handbook of plant diseases. Wiley Online Library, UK, Blackwell, Oxford, 583 pp.
- Smith, M.T., Tobin, P.C., Bancroft, J. Li, G., Gao, R. 2004. Dispersal and spatiotemporal dynamics of Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in China. Environmental Entomology, 33, 435–442.
- Stettler, R.F. 2011. Cottonwood and the River of Time: On Trees, Evolution, and Society. University of Washington Press. 288 pp.
- Süda, I. 1993. Järvselja siklaste (Cerambycidae) faunast – Kasesalu, H. (toim.). Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 74. Järvselja ürgmetsa loodusest. Tallinn, lk. 49–60.
- Süda, I. 1994. Siklased (Coleoptera, Cerambycidae) ja nende majanduslik tähtsus Eestis. Magistritöö. Tartu, 121 lk.
- Süda, I. 1996. Haavaüraskitest (*Trypophloeus* Fairmaire) Eestis ja lähiriikides. – Metsanduslikud Uurimused, XXVII, 90–96.
- Süda, I. 1999. Harilik haavaürask (*Trypophloeus asperatus* (Gyll.)) Eestis. – Metsanduslikud Uurimused, XXXI, 181–183.
- Süda, I., Miländer, G. 1998. Eesti putukate levikuatlas, 1. Siklased. Tartu. 88 lk.
- Šrot, M. 1962. Príspevek k Poznani bionomie kozlicka topolového (*Saperda carcharias* L.). (Summary: Bionomics of poplar borer (*Saperda carcharias* L.). – Reports of the Forest Research Institutes of Czechoslovakia, 25, 85–114.
- Zahradník, J., Chvála, M. 1999. Insekten. Handbuch und Führer der Insekten Europas. Bechtermünz Verlag. 512 pp.
- Tamm, Ü. 1971. Eestis kasvavad paplid. Tartu. 92 lk.

- Tamm, Ü. 1982. Haavataeliku kahjustuse prognoosimise võimalustest Eesti NSV-s. – Metsamajandus. Tallinn, 112–120.
- Tamm, Ü. 2000. Haab Eestis. Tartu. 257 lk.
- Thomas, P. 2000. Trees: Their Natural History. Cambridge University Press. 296 pp.
- Tomiczek, C., Krehan, H., Menschhorn, P. 2002. Dangerous Asiatic longicorn beetle found in Austria: new danger for our trees? – Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge, 57, 52–54.
- Tsankov, G., Georgiev, G. 1991. Record on parasitoids of smaller poplar borer, *Saperda populnea* (Coleoptera, Cerambycidae) along the danube in Bulgaria. – Entomophaga, 36, 493–498.
- Tullus, A., Tullus, H., Vares, A., Kanal, A. 2004. Hybrid aspen plantations as a new promising biomass resource in Estonia. In: Conference Proceedings: 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, 121–124.
- Tullus, A., Tullus, H., Vares, A., Kanal, A., Soo, T. 2005. Initial experience with short rotation hybrid aspen plantations in Estonia. In: Conference Proceedings: 14th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, 294–297.
- Tullus, A., Tullus, H., Vares, A., Kanal, A. 2007. Early growth of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) plantations on former agricultural lands in Estonia. – Forest Ecology and Management, 245, 118–129.
- Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M., Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. –Scandinavian Journal of Forest Research, 27, 10–29.
- USDA-APHIS (USDA Animal Plant Health Inspection Service). 2006. The Asian longhorned beetle cooperative eradication program. ALB Newsletter 1 www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/asian_lhb/alb_pdfs/newsletters/alb_newsletter_9_06.pdf [Vaadatud 05.01.2017]
- Wagner, M.R. 2002. Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects. Kluwer Academic Publishers. 343 pp.
- Wang, Q. (Ed.) 2017. Cerambycidae of the World: Biology and Pest Management. CRC Press. 628 pp.
- Wermelinger, B., Forster, B., Hölling, D., Plüss, T., Raemy, O., Klay, A. 2015. Invasive Laubholz-Bockkäfer aus Asien. 2. Auflage. – Merkblatt für die Praxis (WSL), 50, 16 s.

- Williams, D.W., Lee H.-P., Kim I.-K. 2004. Distribution and abundance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in natural *Acer* stands in South Korea. – Environmental Entomology, 33, 540–545.
- Vares, A., Tullus, A., Raudoja, A. 2003. Hübriidhaab ökoloogia ja majandamine. Tartu. 96 lk.
- Watson, L., Dallwitz, M.J. 2003. British insects: the families of Coleoptera. Version: 25th July 2012. //delta-intkey.com [Vaadatud 15.03.2015].
- Viires, A. 2000. Puud ja inimesed. Tartu. 202 lk.
- Voolma, K., Õunap, H. 2000. Metsakaitse: metsakahjustused ja nende vältimine. Maaelu Arengu Instituut, Tartu. 60 lk.
- Voolma, K., Õunap, H., Süda, I. 2000. Ürasklased – Scolytidae. Eesti putukate levikuatlas, 2. Kaardid 98–165. Eesti Loodusfoto, Tartu. 84 lk.
- Voolma, K. 2005. Hõbedaselt helkivad haavapuud. – Eesti Loodus, 8, 41.
- Voolma, K. 2016. Aasia sikk – uus oht meie pargi- ja metsapuudele. – Eesti Loodus, 9, 54–59.
- von Wühlisch, G. 2009. EUFORGEN Technical Guide-lines for genetic conservation and use of Eurasian aspen (*Populus tremula*). Bioversity International, Rome, Italy. 6 pp.
- Välimäki, S., Heliövaara, K. 2007. Hybrid aspen is not preferred by the large poplar borer (*Saperda carcharias*). – Interactions Arthropod-Plant, 1, 205–211.
- Zeps, M., Senhofa, S., Zadina, M., Neimane, U., Jansons, A. 2017. Stem damages caused by heart rot and large poplar borer on hybrid and European aspen in Kasnava, Latvia. – Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused, 66, (In press).

The large poplar longhorn beetle (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera: Cerambycidae) damage and influence on trees growth and health in the aspen stands in the Järvelja Training and Experimental Forest Center

SUMMARY

Large poplar longhorn beetle (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera; Cerambycidae) is one of the most important young aspen stem pests. Damaged trees become less vigorous and trees can fall behind in growth. Due to poplar borer damage, trees are more prone to wind, thereby causing forest owners significant economic damage. Bore holes make tree more acceptive to secondary pests and fungal diseases, resulting in deterioration in the quality of wood.

The sanitary condition of 3–15 year-old di- and triploid aspen and hybrid aspen stands in Järvelja Training and Experimental Center was assessed in this research. During the field work model trees were cut down, all the parameters were measured and the presence of bore holes were evaluated. Model trees with larval galleries were cut to 55 cm long test specimens, which were used in subsequent studies in the laboratory. Larval galleries were measured and larva was weighed and measured.

Ther results showed that the average large poplar longhorn beetle damage in Järvelja Training and Experimental center was 30%. In di-and triploid aspen stands no significant difference was detected. However the results in Agali hybrid aspen test area showed that different geographical origin hybrid aspen clones have different susceptibility to damages. It turned out that Estonian origin triploid aspens in the test area were quite resistant to *saperda carcharias* damages.

Large poplar longhorn damage was not dependent on the place of growth nor previously conducted thinning in the stand. Large poplar longhorn did not have statistically significant effect on tree height growth and on diameter growth, so it is not possible to identify already damaged trees during thinning. However it was found that test areas with thinnings had higher amount of game damaged trees. As game damages make trees

more acceptive to pests, the large poplar longhorn damage percentage was higher with game damage trees. Damage degree was also dependant on the age of the stand, great poplar longhorn damage grew as the stand age increased. Based on the literature large poplar longhorn damages sparse aspen and poplar stands more. Dense undergrowth or aftergrowth decreases the damages, because pest prefers better lighting conditions so it is recommended when establishing aspen cultures to bring in some undergrowth shrub species or maintaining existing during thinning.

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kristi Ojalo,
(07/12/1992)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Suur-haavasiku (*Saperda carcharias* L.) (Coleoptera: Cerambycidae) kahjustused Järvelja ÕKMK haavikutes ning kahjustuse mõju puude kasvule ja tervislikule seisundile, mille juhendaja on dotsent Ivar Sibul, *PhD*,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 22.05.17

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)